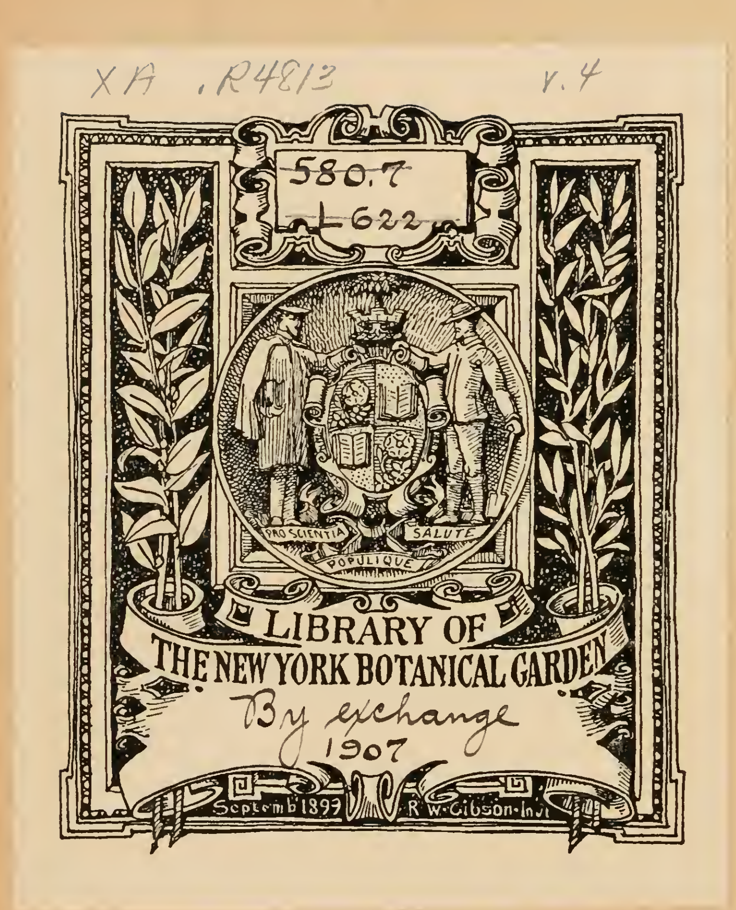

580.7
L622
PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
By exchange
1907
Septemb 1899
R.W. Gibson. Inv.

ARCHIVES

DE

L'INSTITUT BOTANIQUE

DE

L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

Vol. IV

Recherches anatomiques sur les feuilles de l'*Ornithogalum caudatum* Ait. par H. Lonay.

Analyse coordonnée des travaux relatifs à l'anatomie des téguments séminaux, par H. Lonay.

Structure anatomique du péricarpe et du spermoderme chez les Renonculacées. Recherches complémentaires, par H. Lonay.

Contribution à l'anatomie des *Amarantacées*, par A. Gravis, avec la collaboration de Mlle A. Constantinesco.

A propos de la genèse des tissus de la feuille, par A. Gravis.

L'enseignement de la Botanique, par A. Gravis.

Contribution à l'étude du rhizomorphe de l'*Armillaria mellea* Vahl., par J. Goffart (Analyse).

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

—

1907

ARCHIVES

DE

L'INSTITUT BOTANIQUE

DE

L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE



ARCHIVES

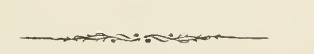
DE

L'INSTITUT BOTANIQUE

DE

L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

Vol. IV



BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

—

1907

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LES FEUILLES DE

L'ORNITHOGALUM CAUDATUM AIT.

PAR

Hyac. LONAY

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES

ASSISTANT DE BOTANIQUE A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE.

(Extrait des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Liége*,
3e série, t. IV, 1902.)

INTRODUCTION

Parmi les plantes ornementales populaires, il en est une qui, à l'égal de beaucoup d'autres, mérite de fixer l'attention : c'est l'*Ornithogalum caudatum* Ait., Liliacée du Cap de Bonne-Espérance, introduite dans nos cultures il y a un peu plus d'un siècle. Du milieu d'un énorme bulbe tuniqué, compact, verdâtre, gros parfois comme une tête d'enfant et reposant entièrement à la surface du sol, on voit surgir un panache de feuilles rejetées alternativement à droite et à gauche. Les plus externes, larges, rubanées et pendantes, se flétrissent par le bout; elles atteignent de 50 centimètres à 1 mètre de longueur et 5 ou 6 centimètres de largeur; au contraire, celles situées au centre, plus jeunes, plus courtes et plus rigides, dressent vers le ciel un long bout cylindrique.

Exigeant fort peu de soins, cette plante possède en outre le privilège d'être facilement propagée, non seulement par de nombreuses graines qu'engendrent des fleurs très modestes et disposées en épi à l'extrémité d'une longue hampe flexueuse de la grosseur d'un crayon, mais surtout par de nombreuses bulbilles insérées d'une façon insolite sur les tuniques charnues du bulbe, dissimulées aussi longtemps que les tuniques scarieuses de l'extérieur ne se sont pas rompues, et qui se succèdent durant tout le cours de l'existence de la plante.

Celle-ci, à la faveur de ces diverses circonstances, a pris un rang prépondérant parmi les plantes ornementales de fenêtre : détail caractéristique, à Bruxelles, on l'appelle vulgairement la *plante des cordonniers*.

L'étrangeté de cette plante, déjà si bizarre à première vue, ne fait qu'augmenter lorsqu'on l'observe de plus près dans toutes ses parties. D'abord, son bulbe est formé par les bases engainantes et charnues des feuilles. Celles-ci sont plus ou moins complètes; seules les plus internes sont intactes, puisque leur base est surmontée d'un limbe qui s'atténue au sommet en un bout cylindrique vivant. Aux feuilles plus âgées, ce bout a disparu en se flétrissant et le limbe seul surmonte la gaine; celle-ci, seule, persiste dans les feuilles plus âgées encore; enfin les plus vieilles, c'est-à-dire les plus extérieures, ne consistent plus qu'en des écailles scarieuses, transparentes, résultant de la résorption des tissus précédemment gorgés d'aliments.

Le limbe des feuilles adultes est lisse et glabre; il ne s'atténue pas en devenant simplement plus étroit, mais en repliant plutôt ses bords, qui deviennent concrescents avec la partie du milieu du limbe, de manière à former un bout cylindrique surmontant une sorte de petite chape. Malgré sa fugacité, ce bout cylindrique

que je désignerai dorénavant, faute d'une appellation plus convenable, sous le nom d'*acumen,* est très caractéristique ; il atteint souvent plus de 2 décimètres de longueur.

Chez plusieurs Liliacées bulbeuses telles que la Jacinthe, l'Ail, l'Échalotte, etc., les caïeux ne sont autre chose que des bourgeons axillaires, c'est-à-dire nés à l'aisselle des écailles ou des tuniques du bulbe mère ; ces bourgeons affectent bientôt les caractères de petits bulbes qui sont destinés à propager la plante ; ils sont donc une production normale, puisque toutes les Angiospermes portent à l'aisselle de chacune de leurs feuilles un bourgeon plus ou moins développé qui très souvent, il est vrai, se résorbe chez les Monocotylées. Dans l'*Ornithogalum caudatum,* il est rare que les bourgeons axillaires du bulbe se développent normalement. Il semble que jamais ils ne deviennent des caïeux. Cependant, sur la plante adulte, on aperçoit toujours en dessous des tuniques externes, transparentes et scarieuses, de nombreux petits organes bulbiformes verts, dont les plus gros peuvent atteindre les dimensions d'une noisette. Lorsque les tuniques scarieuses qui les emprisonnent se déchirent, ces organes tombent sur le sol, s'y enracinent et finissent par constituer, au bout de deux ans, autant de plantes adultes. Malgré l'analogie de forme et de fonction qu'ils offrent avec les caïeux, ces organes semblent cependant posséder une origine toute différente. Ils se développent, en effet, à plusieurs ensemble *à la face externe* des gaines charnues, et leur formation se fait en ordre basipète. Ils diffèrent donc, à ces divers points de vue, assez notablement des caïeux ordinaires, et, pour cette raison, je les ai désignés sous le nom de bulbilles.

Cette organisation singulière avait déjà attiré mon attention il y a quelques années, et j'ai cherché à trouver dans les auteurs

des éclaircissements à ce sujet. Mes recherches n'ayant pas abouti de ce côté, je me suis efforcé de trouver par l'anatomie l'explication de ces quelques particularités, et cette étude m'a entraîné à étudier avec soin les caractères extérieurs, et ceux fournis par la structure interne, de tous les appendices de l'*Ornithogalum caudatum.*

J'ai donc examiné non seulement la feuille la plus complète et les bractées de la plante adulte, mais encore les organes appendiculaires existant dans les bourgeons axillaires végétatifs que j'ai eu la bonne fortune de récolter, ceux des plantules en germination, ceux des bulbilles qui naissent naturellement sur les gaines foliaires et, enfin, ceux des bulbilles adventives nées sur des morceaux de gaine foliaire. Il semble, en effet, nécessaire aujourd'hui, quand on veut se faire une idée exacte d'un membre tel que la feuille, d'en scruter l'organisation sous ses diverses manières d'être. Les différentes manifestations sous lesquelles il se présente sont très variables sur une même plante, mais diffèrent certes encore beaucoup plus d'une espèce à une autre. Dans la pratique, dans le langage courant, en effet, on est trop souvent tenté d'admettre une forme déterminée pour chaque espèce que l'on considère. Ces mots, « la feuille du Chêne » éveilleront de suite l'idée d'une feuille longue de 7 à 8 centimètres environ, à bords sinueux et à nervation pennée. Cependant, le Chêne porte encore des feuilles ayant des aspects bien différents : cotylédons, feuilles souterraines, feuilles pérulaires, bractées, etc., sans parler des organes floraux. La différenciation peut même être poussée plus loin. Quoi qu'il en soit, il n'est pas de plante où elle ne se présente. Il y a donc, dans une même plante, feuilles et feuilles : leur forme et leur organisation dépendent des fonctions qui leur incombent. Les Alle-

mands, grâce à la grande souplesse de leur langue, leur ont donné des noms appropriés à ces fonctions, tandis que nous sommes forcés de recourir à des périphrases parfois bien longues pour désigner chacune d'elles.

Les diverses manières d'être de l'appendice foliaire peuvent être mises en évidence non seulement par l'examen des caractères extérieurs, mais aussi par leurs caractères anatomiques. C'est le but que je poursuis ici en ce qui concerne l'*Ornithogalum caudatum* Ait. Ce travail est partagé en quatre chapitres : le premier, divisé en deux paragraphes, comprend l'étude des feuilles végétatives et des bractées d'une plante adulte ; le deuxième expose, dans ses deux paragraphes, l'organisation du cotylédon et des premières feuilles d'une plantule provenant de semis. Le troisième a pour objet la pousse axillaire. Les bulbilles normales d'une part et les bulbilles adventives, d'autre part, sont traitées dans deux autres paragraphes réunis en un quatrième chapitre. Enfin le résumé et les conclusions font naturellement suite à l'exposé de mes recherches.

Il est souhaitable que le groupement d'études analogues permette plus tard l'établissement de vues synthétiques de nature à rendre appréciable le rôle de l'anatomie qui, s'il ne doit pas supplanter celui de la morphologie externe, semble devoir tout au moins le suppléer dans bien des cas critiques au point de vue d'une conception plus juste et plus nette de la série végétale.

Mais avant d'aborder les développements, je crois nécessaire de justifier la détermination spécifique de la plante dont je m'occupe. Il importe, en effet, que l'anatomiste soit absolument fixé sur l'identité du sujet de ses recherches, s'il veut épargner bien des mécomptes non seulement à lui-même, mais encore à ses

confrères. Or, on sait combien la détermination de plantes exotiques, notamment, offre de difficultés. J'en donnerai, comme exemple, notre espèce, l'*Ornithogalum caudatum*, cultivée jusqu'à présent dans les serres du Jardin botanique de Liége sous le nom d'*Ornithogalum bracteatum* Thunb.

La description que Thunberg donne de cette dernière espèce (**52**, p. 314), quoique assez vague, s'applique bien à notre plante. Toutefois il n'est pas fait mention des bulbilles dont l'insertion si caractéristique aurait dû frapper le descripteur. D'autre part, l'Index de MM. Th. Durand et Schinz (**7**, p. 402) ne renseigne ce nom que comme un synonyme d'*Ornithogalum longebracteatum* Jacq. Je recourus à la description originale de Jacquin (**19**, pl. XXIX); mais celle-ci, et la planche qui l'accompagne, sont tout aussi vagues que les données de Thunberg : les bulbilles et l'acumen ne sont ni décrits ni figurés. Je consultai encore le travail de Baker sur les Scillées et les Chlorogalées (**3**, p. 277), dans lequel plusieurs espèces sont renseignées comme possédant un *acumen* : *O. longebracteatum* Jacq., *O. scilloides* Jacq., *O. Eckloni* Schlecht., *O. caudatum* Ait., *O. virens* Lindl. et *O. biflorum* D. Don. ; mais par l'ensemble des caractères, j'en éliminai trois et restai en présence des trois suivantes : *O. longebracteatum*, *O. scilloides* et *O. caudatum*. J'hésitai surtout entre la première et la dernière ; mais Baker ne fait pas, pour ces deux espèces, mention des bulbilles qu'il signale pourtant dans d'autres, telles que *O. umbellatum* L., *O. paterfamilias* Godr. et *O. divergens* Boreau.

M. Th. Durand, directeur, et M. De Wildeman, conservateur au Jardin botanique de Bruxelles, voulurent bien m'aider dans la détermination de la plante en litige. Ils me mirent à même de consulter l'herbier général ainsi que plusieurs ouvrages spé-

ciaux, tels notamment que le *Botanical Magazine* (**4**) et le *Flora capensis* de THISELTON DYER (**51**, p. 515). J'ai pu ainsi dissiper tous mes doutes : la plante qui m'occupe est bien l'*Ornithogalum caudatum* Ait.

Enfin, conduit par M. Lubbers, le si compétent chef de culture au même établissement, j'ai pu me convaincre sur le vif que la plante de Liége est bien la même que celle cultivée sous ce dernier nom à Bruxelles.

J'adresse à ces messieurs mes plus vifs remerciements pour l'empressement qu'ils ont mis à m'éclairer de leurs lumières.

Voici, au surplus, la diagnose la plus récemment donnée dans le *Flora capensis* (**51**, p. 515) pour notre espèce :

« Bulb large, ovoid; leaves 5-6 lorate-lanceolate, acuminate, glabrous, 1 $^1/_2$-2 ft. long, 1-1 $^1/_2$ in. broad low down; peduncle stout, erect, 1 $^1/_2$-3 ft. long; raceme dense $^1/_2$-1 ft. long; pedicels ascending, lower $^1/_2$ in. long; bracts lanceolate-setaceous, $^1/_2$-$^3/_4$ in. long, projecting beyond the buds; perianth white, $^1/_3$ in. long; segments distinctly keeled with green; stamens $^3/_4$ the length of the perianth; filaments alternantly lanceolate and quadrate at the base; $^1/_{12}$-$^1/_8$ in. long. »

C'est ce caractère des étamines qui sert à distinguer cette espèce de l'*O. longebracteatum*, où elles sont toutes linéaires ou lancéolées. J'ai eu l'occasion d'observer, au Jardin botanique de Liége, la floraison de l'*Ornithogalum* qui a fait l'objet de mes études anatomiques. J'ai pu également y récolter des graines qui ont été semées et qui m'ont procuré les plantules dont j'avais besoin. Ces recherches se sont réparties sur plusieurs années et ont été exécutées avec le secours de tous les procédés tech-

niques : inclusions, microtomes, colorations, etc., mis à la disposition des micrographes modernes.

Les excellents conseils de mon cher Maitre, M. le professeur Gravis, ont singulièrement facilité ma tâche. Je suis heureux de lui en témoigner publiquement ma vive reconnaissance.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LES FEUILLES DE

L'ORNITHOGALUM CAUDATUM Ait.

CHAPITRE PREMIER

LA PLANTE ADULTE.

La plante adulte est celle qui, ayant eu un développement normalement vigoureux, porte des organes de floraison ou de propagation. Une telle plante peut provenir de semis, de bulbilles adventives ou de bulbilles normales. C'est ce dernier cas qui est réalisé le plus souvent. Il n'est pas probable que cette différence d'origine se répercute dans l'organisation des feuilles végétatives et des bractées

§ 1. — FEUILLE VÉGÉTATIVE LA PLUS COMPLÈTE.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS.*

Une feuille complète comprend essentiellement trois régions bien distinctes, qui sont, en les considérant de la base au sommet (fig. 1, pl. I) :

1° Une gaine close;

2° Un limbe rubané;

3° Une partie terminale plus ou moins cylindrique ou *acumen.*

Attachée sur le plateau par une insertion nettement circulaire, très étendue, la gaine est fortement charnue — caractère qui se manifeste de bonne heure, — épaisse, ovoïde, haute de 6 à 7 centimètres; elle présente une coloration blanc verdâtre. Parallèlement à la ligne verticale qui correspondrait à la concrescence des bords fictifs de la gaine et à une petite distance de cette ligne, la gaine porte des bulbilles plus ou moins nombreuses. C'est cette région de la feuille qui persiste le plus longtemps; elle atteint même son plus grand développement pendant que les autres se flétrissent peu à peu. Après que les bulbilles ont achevé de se former et se sont détachées, la gaine se flétrit à son tour, se dessèche et devient une écaille brune et fragile qui cédera sous la pression de la gaine et des bulbilles de la feuille suivante.

Le limbe grandit pendant longtemps et peut atteindre plus de 1 mètre de longueur et 3 à 4 centimètres de largeur. Son épaisseur est loin d'être aussi considérable que celle de la gaine.

L'*acumen* qui surmonte le limbe est le plus souvent semi-cylindrique dans une feuille de plante adulte; dans les conditions les plus favorables, il mesure au maximum 25 centimètres de longueur.

Il est à remarquer que la feuille présente rarement et pendant un temps relativement court ces trois parties simultanément. Toutes trois existent réellement dans la feuille à l'état embryonnaire, ainsi que nous le verrons en nous occupant des bulbilles. Mais c'est l'*acumen* qui est organisé en premier lieu. Il apparaît d'abord (fig. 61, pl. V, 7e feuille d'une bulbille) et s'allonge jusqu'à atteindre sa taille définitive avant l'allongement des autres parties. Le limbe se développe ensuite et l'*acumen* se flétrit. La gaine est d'abord cylindrique; elle se renfle peu à peu et devient charnue; elle emmagasine les réserves alimentaires élaborées dans le limbe. Quand ce dernier commence à se flétrir à son tour, des bulbilles se développent, en ordre basipète, à la face externe des gaines charnues (fig. 63, pl. V).

Le développement de la feuille, dans son ensemble, se fait donc de haut en bas.

Au point de vue phyllotaxique, les feuilles sont disposées suivant un ordre essentiellement distique. Mais presque toujours cette disticité est imparfaite. Nous verrons, en parlant des bulbilles, à quoi est due cette irrégularité.

II. — *ANATOMIE.*

A. — Parcours des faisceaux.

Chaque nervure de la feuille est formée par un seul faisceau unipolaire. Cet énoncé se confirme dans la gaine aussi bien que dans le limbe et dans l'*acumen*. Mais dans la gaine déjà très développée d'une feuille encore complète, il est difficile de suivre rigoureusement le trajet des faisceaux ou, du moins, de mettre en rapport cette partie du trajet avec celle qui se poursuit dans le limbe. En effet, cette gaine présente déjà de grandes dimensions et contient des faisceaux d'un ordre très élevé, lesquels sont reliés par des anastomoses très nombreuses à trajets très irréguliers. Ajouté à cela que la région où la gaine porte les bulbilles est, en outre, parcourue par les faisceaux destinés à se rendre dans ces dernières, et l'on comprendra que tous ces faits sont de nature à compliquer singulièrement le système conducteur de cette partie de la feuille. Aussi, c'est ce qui m'engage à traiter spécialement du parcours des faisceaux dans la gaine d'une feuille complète.

La gaine. — Le nombre des faisceaux que l'on rencontre dans une gaine de feuille complète est déjà assez élevé. Dans l'une de celles que j'ai observées (fig. 2, pl. I), il était de cent trente et un dans la partie la plus large, vers le milieu. Tous ces faisceaux sont loin d'être identiques. Quarante y sont différenciés en bois et en liber, et présentent une orientation normale, c'est-à-dire que dans chacun d'eux le bois regarde la face interne et le liber la face externe de la gaine. Quant aux autres faisceaux, ils sont à l'état de massifs de procambium.

La grosseur et la position des faisceaux fournissent des caractères qui permettent de les distinguer. Cette position semble

des plus irrégulières : Au lieu de se trouver sur un seul rang circulaire, comme on pourrait s'y attendre par la comparaison avec d'autres organes cylindriques ou engainants, ces faisceaux de la gaine sont disposés sur plusieurs rangs : les faisceaux principaux occupent le rang le plus interne, les autres sont d'autant plus relégués vers la face externe qu'ils sont d'ordre plus élevé. Ainsi dans la figure 2, on peut voir que les faisceaux médian, M, et latéraux, LL, sont plus rapprochés du centre que les intermédiaires, *ii*, et que les marginaux, *m m*, ceux-ci que les *i'* et les *m'* et ainsi de suite. Cette disposition, qui trouve probablement sa raison d'être dans l'épaisseur considérable qu'acquiert la gaine, se reconnait déjà nettement dans une gaine n'ayant pas 3 millimètres de diamètre, appartenant à une feuille jeune dont le limbe est encore réduit à sa plus simple expression; elle s'accentue à mesure que la gaine grandit et s'épaissit, attendu que le nombre des faisceaux d'ordre de plus en plus élevé y va se multipliant; elle persiste même, jusque dans une certaine limite, dans le limbe de la feuille, comme nous le verrons bientôt.

Cette constatation a une valeur qui n'est pas à dédaigner; car plus peut-être que la grosseur, elle est un critérium important pour reconnaître à quelle catégorie appartient un faisceau, et il va de soi que cette position plus ou moins excentrique des faisceaux est liée à une question d'histogenèse. Mais, je me hâte de le dire, cette méthode, dans le cas de l'*Ornithogalum caudatum,* n'est applicable avec certitude que pour la gaine d'une feuille complète ayant à peu près 1 centimètre de diamètre, surtout en ce qui concerne les faisceaux différenciés.

Dans les gaines plus âgées, le nombre des faisceaux est très considérable; on peut l'évaluer en moyenne à quatre cents pour une gaine arrivée au summum de son évolution, c'est-à-dire quand tout le reste de la feuille est flétri, *acumen* et limbe (fig. 3, pl. I : ensemble de la région dorsale, la moins riche en faisceaux représentant $^1/_{10}$ de la circonférence d'une gaine de 20 centimètres de circonférence). Évidemment, on peut défalquer de ce chiffre cent à cent cinquante faisceaux qui peuvent n'être considérés que comme des anastomoses à course longitu-

dinale assez longue. Mais comme ces faisceaux sont reliés eux-mêmes à leurs voisins par des anastomoses plus ou moins obliques, plus courtes, je crois plutôt que ce sont des faisceaux d'ordre très élevé; car je n'ai jamais constaté, dans les autres parties de la feuille, des anastomoses longitudinales reliées à d'autres faisceaux par des anastomoses secondaires. D'ailleurs, la question n'a peut-être pas beaucoup d'importance ici, vu que des trois cents ou deux cent cinquante faisceaux restants, soixante tout au plus se rendent dans le limbe, tous les autres sont propres à la gaine. En effet, à la base d'un limbe en grande partie déjà flétri vers l'extrémité, on trouve cinquante-neuf faisceaux, vingt-neuf de part et d'autre du médian répartis comme il suit :

$m^{VI}m^{V}m^{VI}m^{IV}m^{V}m'''m^{IV}m''m'''m'm'''m''m'''m\ m''m'''m'''m'm'''m''m'''L\ i''i'i''i\ i''i'i''$

$M\ i'''i''i'''i'i'''i''i'''i\ i''i'i'''i'i'''L\ m'''m''m'''m'm'''m''m'''m\ m''m'm'''m''m^{IV}m'''m^{IV}$ [1].

Les faisceaux propres à la gaine sont, pour la plupart, des m^n et des i^n, n étant plus grand que les exposants des faisceaux parcourant à la fois la gaine et la limbe. On sait, d'ailleurs, que plus élevé est l'ordre d'un faisceau, plus court est son trajet.

Il existe encore dans la gaine âgée un certain nombre de faisceaux qui bien qu'étant mêlés aux faisceaux m^n et semblant être mis en rapport avec eux par des anastomoses, doivent en être absolument distingués. Leur origine, leur orientation et leur destination sont tout à fait différentes. Ce sont des faisceaux qui, virtuellement, n'appartiennent pas à la feuille. En effet, sur une gaine âgée que j'ai choisie à cause de sa simplicité se remarquent, à la face externe presque opposée à la région occupée par le faisceau médian, c'est-à-dire à la face externe de la région située obliquement en dessous du point où la gaine se fend pour former le limbe, deux grosses nervures qui s'élèvent parallèlement depuis l'insertion sur le plateau jusqu'à environ

(1) J'adopte, dans ce travail, une notation conforme à celle proposée par M. le professeur Gravis pour le *Tradescantia* (**15**) et admise ensuite par MM. Gravis et Donceel (**16**), Lenfant (**23**), Mansion (**26**), Sterckx (**49** et **50**), Lonay (**25**) et Goffart (**14**).

2^{cm},5. A ce niveau, la gaine porte deux bulbilles situées côte à côte (fig. 4, pl. I). L'étude du parcours des faisceaux dans cette région montre que ces nervures comprennent chacune un système de trois faisceaux longeant de très près l'épiderme externe de la gaine et orientés normalement par rapport au centre de l'espace plus ou moins triangulaire qu'ils circonscrivent; vers le milieu de l'épaisseur de la gaine, il y a, en outre, six à huit faisceaux diversement orientés (fig. 5, pl. I, coupe transversale au-dessous de l'insertion des bulbilles). Arrivés au niveau de l'insertion des deux bulbilles, les faisceaux périphériques sortent de la gaine pour se rendre dans les bulbilles; les six à huit faisceaux profonds continuent vers le haut; mais n'ayant plus de destination par suite de l'avortement de la bulbille dans laquelle ils devaient sortir, ils se terminent bientôt en pointe libre, après s'être divisés (fig. 6, pl. I, coupe transversale de la gaine au-dessus de l'insertion des bulbilles). Tel est un cas des plus simples; il se réalise très rarement; mais il suffit pour nous expliquer la présence dans la gaine de faisceaux qui virtuellement lui sont étrangers et qui, étant destinés aux bulbilles, peuvent recevoir le nom de *faisceaux bulbillaires*. Nous y reviendrons d'ailleurs quand il sera question des bulbilles.

En résumé, la gaine âgée des feuilles d'*Ornithogalum caudatum* renferme de nombreux faisceaux que l'on peut grouper en trois catégories : 1° des faisceaux foliaires principaux qui traversent la gaine et le limbe sans subir de déviation, d'anastomose ou de ramification; 2° des faisceaux d'ordre très élevé dont le parcours ne s'étend pas en dehors des limites de la gaine; 3° des faisceaux bulbillaires.

De tous ces faisceaux, un nombre restreint seulement pénètre dans le plateau. S'il s'agit d'une gaine âgée, on peut l'estimer à cent environ, dans lesquels on comprend les faisceaux bulbillaires — en nombre variant de douze à trente — et les faisceaux foliaires principaux.

Pour une gaine de feuille complète, ce nombre est de quarante-quatre en moyenne. Par rapport au nombre des faisceaux que l'on trouve dans le milieu de cette même gaine, —

cent trente et un, — cette quantité est beaucoup plus grande que dans le cas d'une gaine âgée — cent contre quatre cents. — Cela résulte de ce que la plupart des autres faisceaux s'organisent à l'état de procambium dans la courte région d'accroissement qui se trouve tout à la base de la gaine et qui se confond pour ainsi dire avec le méristème du plateau. Ici, on ne trouve pas encore de trace de bulbille; par conséquent, il n'y a pas lieu de tenir compte des faisceaux bulbillaires. A plus forte raison, ces derniers font défaut également vers le milieu de la hauteur de cette même gaine. Ceci prouve, en outre, que le milieu de la gaine d'une feuille complète, mais relativement jeune, n'est pas le niveau correspondant au milieu de la gaine d'une feuille âgée; ce dernier niveau se trouve encore confondu dans le méristème basilaire de la gaine.

Le limbe. — Nous avons vu que dans le milieu de la gaine d'une feuille complète, il y a quarante faisceaux différenciés; ces quarante plus deux autres qui sont différenciés plus haut pénètrent directement dans le limbe. Donc à la base de celui-ci, qui a un peu plus de 3 centimètres de largeur, le nombre des faisceaux est de quarante-deux répartis comme suit (fig. 7, pl. I) :

$$m^{IV} m''' m^{IV} m'' m''' m' m'' m''' m\ m'' m''' m' m''' m'' m''' \mathrm{L}\ i' i\ i'$$
$$\mathrm{M}\ i' i\ i' \mathrm{L}\ m''' m'' m''' m' m''' m'' m''' m\ m''' m'' m''' m' m''' m^{IV} m'' m^{IV} m''' m^{IV}.$$

Cette répartition indique une certaine inéquilatéralité, puisque d'un côté de M il y a dix-neuf faisceaux et de l'autre vingt-deux. Cette inéquilatéralité se révèle encore d'une autre façon dans les feuilles ou régions de feuilles où, de part et d'autre de M, le nombre des faisceaux est le même; il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner la formule foliaire de la page 15 : à droite de M, les *i* sont plus nombreux qu'à gauche et, réciproquement, à gauche les *m* sont plus nombreux qu'à droite [1]. Cette inéquilatéralité que présentent toutes les feuilles est évidemment déterminée par des raisons mécaniques et notamment par la

[1] Les termes « droite » et « gauche » sont déterminés par rapport à l'observateur supposé au centre de la tige mère.

compression que subissent les feuilles au moment de leur formation, compression plus accentuée suivant une des moitiés à cause de la disposition imparfaitement distique des feuilles. Elle est encore une conséquence de ce que, dans toute gaine, un faisceau marginal *m* occupe une position diamétralement opposée à celle du faisceau médian M, et qu'il passe ensuite dans le limbe en suivant l'un des bords. Ce fait, très général dans notre espèce, a été mis en lumière par M. le professeur Gravis, pour le *Tradescantia virginica*, où il semble ne se trouver qu'exceptionnellement (**15**, p. 152).

Plus encore que dans la gaine, la direction parallèle des nervures est apparente dans le limbe. Les faisceaux sont sur un seul rang, bien que ceux d'ordres secondaires soient sensiblement en retrait sur les autres (fig. 7, pl. I). De temps en temps, ils sont reliés entre eux par des anastomoses horizontales ou obliques. A mesure que le limbe se rétrécit vers le sommet, les petits faisceaux se jettent successivement dans ceux d'ordre moins élevé qui en sont le plus rapprochés, et se confondent avec eux.

L'acumen. — C'est ainsi que du limbe dans l'*acumen*, il ne passe que quinze ou seize faisceaux, sans aucune interruption anatomique. Ce sont (fig. 25, pl. III) :

$$m''m'm''m\ m'\mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i'i\ i'\mathrm{L}\ m'm\ m'(m'').$$

Ils tendent à s'y disposer en cercle ou plutôt en ellipse. A un certain niveau, au huitième environ de la longueur totale de l'*acumen* à partir du sommet, ils se réduisent à 7, $m\mathrm{L}i\mathrm{M}i\mathrm{L}m$; puis les intermédiaires *i* d'abord et les marginaux *m* après eux, ou bien inversement, suivant les individus, d'abord les *m*, ensuite les *i*, se jettent dans les latéraux et le médian. Enfin, les deux faisceaux latéraux LL, restés seuls pendant quelque temps avec le médian M, se rendent l'un après l'autre dans ce dernier qui se termine librement à une petite distance en dessous du sommet.

Il est à remarquer : 1° que, d'une façon très générale, dans une moitié de feuille, les faisceaux terminent leur course avant les faisceaux correspondants de l'autre moitié; 2° que presque tou-

jours aussi les faisceaux, à part ceux qui longent les bords du limbe, se bifurquent en se terminant et que l'une des branches se rend dans le faisceau le plus proche à droite, tandis que l'autre se jette dans le faisceau qui se trouve à la gauche du faisceau qui disparaît.

Le schéma de la figure 8 (pl. II) donne une vue synoptique du parcours des faisceaux dans une feuille complète. Évidemment, il a fallu raccourcir leur trajet, notamment dans la partie correspondant au limbe comprise entre les niveaux ζ et δ; de plus, pour éviter d'embrouiller le dessin, il a été fait abstraction des nombreuses anastomoses.

B. — Histogenèse.

Bien qu'il soit impossible de rencontrer ici, au début de la formation de la feuille, la simplicité de structure observée dans d'autres plantes, et notamment dans le *Tradescantia* par M. Gravis (**15**, p. 153, pl. XX), il est cependant très probable que le développement des tissus suit une marche analogue dans l'*Ornithogalum caudatum.*

Au premier stade (fig. 9, pl. I : coupe transversale d'une ébauche de feuille), le mésophylle comprend déjà au moins cinq assises cellulaires entre les deux épidermes. Les deux assises extrêmes de ce mésophylle sont composées de cellules sensiblement plus petites que celles des trois assises moyennes, lesquelles constituent certainement le mésophylle moyen, tandis que les assises extrêmes représentent le mésophylle externe et le mésophylle interne.

A un autre stade (fig. 10, pl. I : coupe transversale d'une feuille jeune dont le limbe a un peu moins de 1 centimètre de longueur), le mésophylle externe, par des cloisonnements centrifuges, s'est dédoublé en trois assises, le mésophylle interne s'est recloisonné une fois tangentiellement, tandis que le mésophylle moyen reste formé de trois assises cellulaires.

Tout le développement ultérieur du mésophylle se porte principalement sur le mésophylle moyen; car les mésophylles

externe et interne ne comptent jamais plus de trois ou quatre assises, alors que le mésophylle moyen peut avoir, dans la partie du limbe la plus développée d'une feuille complète, jusqu'à six assises de cellules dont le diamètre s'est considérablement agrandi.

Ces faits s'appliquent au limbe; on pourrait également les rapporter à la gaine, mais en augmentant le coefficient de divisibilité des assises dont le rapport varie surtout en faveur du mésophylle moyen qui est le facteur principal de la tubérisation. En effet, les recherches de M. Gravis (**15**, p. 154, pl. XX) et quelques observations personnelles (**25**, p. 1, fig. 8; pl. IV, fig. 33) semblent avoir établi que les faisceaux libéroligneux n'apparaissent jamais en dehors de cette partie du mésophylle. Or, dans l'épaisseur de la gaine, certains faisceaux ne sont souvent séparés de l'un ou l'autre des épidermes que par cinq assises de cellules (fig. 11, pl. I : coupe transversale d'une gaine âgée; un petit faisceau voisin de l'épiderme externe).

C. — Histologie.

Nous considérerons successivement les caractères des tissus dans le limbe, la gaine et l'*acumen*. J'adopte cet ordre, parce que c'est dans le limbe que les tissus se différencient le plus et que nous éviterons ainsi des répétitions.

1. **Limbe** (fig. 7, pl. I : ensemble de la coupe transversale à la base d'un limbe de feuille complète). — Quarante-deux faisceaux presque équidistants occupent la section; un gros alterne régulièrement avec un plus petit; comme je l'ai dit plus haut, on remarque que plus les faisceaux sont gros, plus ils sont rapprochés de l'épiderme interne. Ils sont plongés dans un parenchyme incolore interposé entre les parenchymes chlorophylliens; ceux-ci tapissent chacun des deux épidermes.

Faisceaux. — Ils sont entourés d'une gaine complète de cellules polygonales sans méats, peu allongées longitudinalement, toutes à parois minces et renfermant, outre le protoplasme et un

noyau, de l'amidon en nombreux grains assez gros. Les faisceaux ne sont jamais accompagnés d'aucun élément sclérifié ou collenchymateux; les plus gros comprennent cinq ou six trachées dont la première est annelée, étroite et ordinairement écrasée; les autres, de plus en plus larges, passent à la formation spiralée (fig. 12, pl. II); les plus petits faisceaux ne possèdent qu'une trachée (fig. 13, pl. I).

Parenchyme incolore. — Il provient entièrement du mésophylle moyen. Bien qu'il ne soit pas nettement limité du parenchyme chlorophyllien, on peut y admettre six à huit assises de cellules dans la partie la plus épaisse de la feuille (fig. 12). En effet, les deux assises extrêmes, touchant aux parenchymes chlorophylliens, renferment toujours quelques corps chlorophylliens dans leurs cellules; les autres sont formées de grandes cellules à parois minces, laissant entre elles des méats ne contenant qu'un peu de protoplasme et beaucoup de suc cellulaire. De ces cellules, les plus grandes peuvent atteindre 217 μ de diamètre; elles vont, en diminuant de volume, du centre à la périphérie. Çà et là se trouvent des cellules très allongées dans le sens longitudinal, renfermant des bottes de raphides, et présentant la même constitution que les cellules à raphides signalées par M. Gravis dans le *Tradescantia virginica* (**15**, p. 129, pl. XXII, fig. 252, 253 et 254). En somme, cette partie du mésophylle est un parenchyme aquifère.

Parenchyme chlorophyllien. — Il est presque exclusivement formé par le mésophylle externe et par le mésophylle interne.

Le parenchyme chlorophyllien externe diffère quelque peu du parenchyme chlorophyllien interne en ce qu'il présente trois assises de cellules au lieu de deux et que l'assise la plus extérieure est un peu palissadique. A part cela, les deux parenchymes sont formés de cellules sphériques, à parois minces et lisses, laissant entre elles des méats triangulaires; on y rencontre aussi quelques cellules très longues, contenant des raphides et du mucilage (fig. 12).

Épidermes. — Les deux épidermes sont très semblables. Ils

sont tous deux aquifères et garnis de stomates. Les cellules en sont très allongées : elles ont à peu près 1 millimètre de longueur sur 49 μ de largeur en moyenne (fig. 14, pl. II); elles renferment du protoplasme réduit à une couche pariétale, un noyau et du suc cellulaire abondant. Les parois externes sont épaisses et formées de deux couches parfaitement reconnaissables sur la coupe transversale; l'intérieure est cellulosique; l'extérieure constitue la cuticule (fig. 12). Celle-ci présente de fortes stries longitudinales bien visibles de face à un grossissement suffisant (fig. 15, pl. I). Les parois latérales et internes sont minces et cellulosiques.

Les stomates sont superficiels; ils ne sont pas accompagnés de cellules annexes. Ils sont simplement formés de deux cellules stomatiques à section arrondie (fig. 30, pl. IV), semi-lunaires, assez arquées, de façon que, vu de face, l'ensemble représente une figure circulaire; ces cellules sont bourrées de corps chlorophylliens (fig. 15, pl. I : un stomate, vu de face, avec les extrémités des cellules épidermiques qui y aboutissent); les chambres sous-stomatiques sont souvent assez étendues. La répartition des stomates est uniforme aux deux faces de la feuille; seulement leur nombre est un peu plus élevé à la face externe qu'à la face interne; sur 5 millimètres carrés, il est à peu près de soixante-trois d'une part contre cinquante-deux de l'autre, vers le milieu de la feuille.

A aucun moment, ni sur aucune partie, on ne trouve de poils.

2. **Gaine.** — Vers le milieu de sa hauteur, la gaine atteint sa plus grande épaisseur; celle-ci, dans la feuille que nous considérons, est, à ce niveau, de $2^{mm},5$ environ; mais dans la gaine adulte, elle est au moins de 5 millimètres. Le mésophylle y est homogène et est parcouru par cent trente et un faisceaux (fig. 2, pl. I), dont le nombre diminue en descendant et en montant dans la gaine.

Faisceaux. — Des cent trente et un faisceaux que comporte la gaine qui nous intéresse, quarante et un sont différenciés en bois et en liber. Les plus gros parmi ces derniers présentent

une douzaine d'éléments ligneux. Dans beaucoup de ces faisceaux, on remarque l'existence d'un arc cambial nettement caractérisé entre le bois et le liber. Néanmoins ce cambium, très fugace, ne donne jamais naissance à des productions ligneuses secondaires (fig. 16, pl. I : un faisceau *m* vers le milieu de la gaine jeune). Les plus petits des faisceaux différenciés sont semblables aux plus petits faisceaux du limbe (fig. 13), n'étant formés, comme eux, que d'une trachée et de quelques éléments libériens.

Quant aux faisceaux non différenciés, au nombre de quatre-vingt-dix, leur région d'occupation se trouve en arrière de celle des faisceaux différenciés. Ils sont à l'état de massifs de procambium d'autant plus petits, généralement, qu'ils sont plus près de l'épiderme externe ou, ce qui revient au même, de la périphérie. Ces plus petits massifs montrent clairement qu'ils proviennent du recloisonnement tardif d'*une* cellule du parenchyme fondamental (fig. 17, pl. II : petit faisceau en voie de formation dans le mésophylle d'une gaine jeune). C'est d'ailleurs de la même façon que débute l'organisation des faisceaux d'ordre secondaire, dans le cas de feuilles ou d'organes appendiculaires quelconques où l'on peut observer facilement les trois assises primordiales du mésophylle, ainsi qu'il résulte des travaux de MM. Gravis (**15**, p. 153, pl. XX), Gravis et Donceel (**16**, pl. IV, fig. 38) et Lonay (**25**, pl. I, fig. 8; pl. XIX, fig. 291).

Parenchyme. — Le parenchyme est homogène en ce sens qu'il est entièrement incolore, formé de cellules arrondies à parois minces, à diamètre sensiblement le même partout et renfermant toutes de l'amidon, sauf aux assises extrêmes où les dimensions diminuent environ de moitié et où le contenu cellulaire se borne au protoplasme et au noyau. Toutes ces cellules, formant en moyenne vingt assises, sont douées d'une vitalité remarquable, qui se trahit par les nombreux recloisonnements qu'elles subissent surtout dans le sens tangentiel.

A cet égard, on peut distinguer trois catégories de tissus dans ce parenchyme :

L'un, appliqué contre l'épiderme interne, est constitué par une assise de cellules qui se cloisonnent activement en direction

centrifuge [1] et produisent ainsi jusqu'à cinq assises de cellules (fig. 18, pl. II); ce tissu correspond au mésophylle interne;

Le deuxième, contre l'épiderme externe, est assez semblable au précédent, mais les cloisonnements s'y succèdent moins activement; ils ne produisent que deux ou trois assises nouvelles qui s'ajoutent à l'ancienne correspondant au mésophylle externe (fig. 19, pl. II);

Le troisième occupe une position intermédiaire entre les deux précédents; il correspond au mésophylle moyen; les cellules s'y recloisonnent isolément, mais plus activement vers la périphérie et dans le sens tangentiel, et contribuent le plus à la tubérisation de la gaine et à la formation des faisceaux tardifs (fig. 17, pl. II).

Cette constitution du parenchyme s'étend à tous les niveaux de la gaine jeune; quand celle-ci atteint ses dimensions définitives, les caractères distinctifs des trois parties du mésophylle s'effacent; l'activité de toutes les cellules se concentre à la formation d'une réserve nutritive sous forme de grains d'amidon, sauf à l'assise la plus extérieure, où apparaissent des corps chlorophylliens, même avant la dénudation de la gaine.

Épidermes. — Les deux épidermes ont tous les caractères d'épidermes jeunes : leurs cellules se divisent activement par des cloisons radiales; c'est dire qu'elles renferment un protoplasme abondant et un noyau actif, que leurs parois sont minces, sauf les parois externes un peu épaissies déjà, mais sans cuticule. Il n'y a pas de stomates (fig. 18 et 19). Ceux-ci d'ailleurs se montrent excessivement rares sur la gaine adulte et n'y existent même que dans le voisinage de la région basilaire. A l'état adulte aussi, les cellules des épidermes de la gaine sont beaucoup plus courtes que dans le limbe; elles n'ont, en moyenne, que 232 μ, soit le quart de la longueur de celles du limbe (fig. 20, pl. II : épiderme externe vu de face); celles de l'épiderme externe ont la cuticule plus épaisse que celles de l'épiderme interne.

(1) Centrifuge par rapport à la feuille, les assises les plus jeunes étant du côté de l'épiderme interne.

3. **Acumen.** — A une certaine distance du sommet, les deux bords du limbe se replient l'un vers l'autre du côté de la face interne, et cela suivant deux lignes longitudinales partageant la largeur du limbe en trois parties sensiblement égales. A mesure que l'on s'élève dans la feuille, trois modifications se produisent simultanément (fig. 21 à 27, pl. III : coupes à des niveaux successifs, établissant le passage du limbe à l'*acumen*) : les deux bords repliés s'appliquent de plus en plus contre la face interne de la partie médiane; ils se rétrécissent de plus en plus, en même temps qu'ils se soudent progressivement avec la partie médiane du limbe, concrescence qui de l'endroit de la plicature gagne peu à peu l'extrême bord; enfin, les caractères chlorophylliens du mésophylle interne s'effacent insensiblement à partir du milieu du limbe vers les bords; finalement, il ne reste plus du côté interne qu'un sinus (fig. 26) qui se comble peu à peu (fig. 27). Naturellement, le nombre des faisceaux diminue en s'élevant et c'est ainsi que s'organise la partie semi-cylindrique de la feuille que j'ai appelée *acumen*.

Il est à remarquer que la disparition des bords ne se fait pas à la même hauteur des deux côtés : les trois modifications décrites ci-dessus s'opèrent un peu plus bas dans l'une des moitiés de la feuille, soit à droite, soit à gauche. Sur douze feuilles que j'ai examinées à cet égard, six avaient le bord plus haut à gauche et six à droite.

Vers la moitié de sa hauteur, une coupe transversale de l'*acumen* (fig. 27) présente la forme d'une ellipse ayant $2^{mm},275$ sur $1^{mm},6$ et montre la structure suivante :

Faisceaux. — Au nombre de quatorze, ils sont disposés, suivant une ellipse, à la périphérie du parenchyme incolore, adossés contre le parenchyme chlorophyllien, le médian se trouvant un peu à côté du passage du petit diamètre de l'ellipse. Leur organisation est la même que dans le limbe.

Parenchyme incolore. — Il est la continuation du parenchyme incolore du limbe auquel est venu s'ajouter le mésophylle interne chlorophyllien du limbe. En effet, les éléments de ce mésophylle, en perdant leur chlorophylle, se sont recloisonnés une ou deux

fois dans le sens tangentiel et sont confondus ainsi que leurs produits avec le parenchyme incolore. Celui-ci, dans l'*acumen*, est formé de grandes cellules isodiamétriques à parois minces qui meurent bientôt et se remplissent d'air. Suivant le plan de symétrie de l'organe, le nombre d'assises de ces cellules est de douze environ.

Parenchyme chlorophyllien. — Il entoure complètement le parenchyme incolore et les faisceaux et il offre absolument la même composition que le parenchyme chlorophyllien externe du limbe : une assise exérieure en palissade et deux assises de cellules arrondies. D'ailleurs, comme ce dernier, dont il n'est que la continuation vers le haut, il provient entièrement du mésophylle externe.

Épiderme. — De même que le parenchyme chlorophyllien a la même origine que le parenchyme chlorophyllien externe du limbe, l'épiderme de l'*acumen* est génétiquement le même que l'épiderme externe du limbe et présente la même organisation que lui.

Historique.

Développement. — A la page 12, je disais que le développement de la feuille, dans son ensemble, se fait de haut en bas, Je résumais ainsi l'ordre d'apparition des diverses parties de la feuille : l'*acumen* s'organise d'abord, puis le limbe, finalement la gaine. Mais ces trois parties ainsi formées sont susceptibles par la suite d'accroissement intercalaire propre à chacune et lequel cesse dans le même ordre.

Ce serait ici le lieu de rappeler les arguments qui ont fourni la matière aux nombreuses controverses qu'ont suscitées les divers modes d'accroissement des feuilles entre les botanistes éminents du siècle dernier et notamment entre A.-P. de Candolle (**5**, t. I, p. 354), Steinheil (**48**), de Mohl (**33**), A. de Jussieu (**20**), Naudin (**36**), Mercklin (**27**) et Trécul (**54**). Mais cela entrainerait trop loin. Il suffira de noter que les recherches organogéniques de ce dernier auteur, faites avec soin

sur de nombreuses feuilles de plantes monocotylées et dicotylées, l'ont amené à distinguer quatre modes principaux de formation : basifuge, basipète, mixte et parallèle. Bien qu'acceptée par la plupart des botanistes jusqu'en ces derniers temps, la valeur de cette distinction peut être discutée; je me bornerai ici à renvoyer le lecteur à la page 164 du mémoire de M. A. Gravis sur le *Tradescantia virginica* (**15**). Avec ce savant professeur, je ne vois pas la nécessité de maintenir comme typique le mode de formation parallèle de Trécul. Cette opinion, émise d'ailleurs antérieurement déjà par M. Goebel (**13**, p. 227) et par M. Van Tieghem (**57**, p. 860), me semble d'autant plus plausible dans le cas spécial qui m'occupe, qu'à la page 247 de son travail, Trécul ajoute une note ([1]) qui contient implicitement une contradiction à ses conclusions et me justifie pleinement quand je dis que la feuille d'*Ornithogalum caudatum* appartient à la formation basipète.

Tissus générateurs. — On sait que l'un des caractères qui distinguent les Monocotylées repose sur l'absence de tissus libéroligneux secondaires provenant de l'activité génératrice d'un cambium qui s'établit entre le bois et le liber primaires des faisceaux, d'où l'opinion généralement reçue que le cambium fait défaut chez ces plantes. Je viens de montrer (p. 22) qu'à un certain moment, les gaines charnues des feuilles de notre plante renferment des faisceaux où les cloisonnements cambiaux sont très caractéristiques. Ce n'est que la confirmation des mêmes faits énoncés par Moebius (**32**) au sujet d'Orchidées indigènes, par Godfrin (**12**, pl. III, fig. 43) pour le *Latania borbonica*, par Mlle S. Andersson (**1**, pp. 585 et 618) pour diverses Monocotylées, par Nægeli (**34**, p. 19) pour le *Chamaedorea elatior* et par M. Gravis (**15**, p. 115) pour le *Tradescantia*. M. Queva, cité par MM. Gravis et Donceel (**16**, p. 49, note 2), a fait des observations analogues en 1894 dans les Dioscorées et les Liliacées, et plus récemment encore, ce même auteur (**37**, p. 446) a

([1]) « Dans la *formation basipète,* les parties du limbe seules se forment de haut en bas, car la gaine les précède ordinairement quand la feuille en est munie. » (Trécul [**38**, p. 247 en note].)

trouvé, dans les faisceaux des tubercules de *Gloriosa superba* de véritables productions libéroligneuses secondaires, d'où il conclut que les Monocotylées dériveraient de Dicotylées inférieures.

L'apparition des faisceaux tardifs dans le parenchyme fondamental de la gaine n'est pas sans présenter quelque analogie avec celle des faisceaux dont Millardet (**28**) a observé le développement dans les tiges de *Yucca* et de *Dracoena*. Millardet, il est vrai, a donné une interprétation assez erronée en nommant cambium le tissu générateur à cloisonnements tangentiels dont ils proviennent et en les considérant comme constituant du bois secondaire. Röseler (**39**), ayant porté ses études sur les *Yucca, Dracoena, Aloe* et *Cordyline*, a mieux déterminé la nature du tissu générateur périphérique. Il rejette d'abord l'analogie qu'on a voulu établir entre ce tissu et le cambium; il dit notamment à la page 315 : « Zellen, welche, unbegrenzt theilungsfähig, abwechselnd Holz und Rinde bilden, also Initialen wie bei den Laub- und Nadelhölzern, sind im Verdickungsringe von Yucca, Aloë und Dracaena nicht vorhanden ». Il insiste encore sur ce point en disant à la page 317 : « Natürlich ist hier der Begriff Mutterzelle in einem anderen Sinne zu verstehen als in der Zusammensetzung « Cambiummutterzelle » (= Initiale) ». Ayant établi ces points, il n'énonce, à la page 328, sa manière de voir au sujet de la zone génératrice circulaire qu'il appelle jusqu'à cet endroit « Verdickungsring », que d'une façon détournée, au moyen d'un pronom : « Wir hätten somit gewissermaassen ein Meristem in jeder Anlage, welches vielleicht in ähnlicher Weise, wie **das** unseres Verdickungsringes, nach innen die das Gefässbündel bildende Elemente abscheidet... » Dès ce moment, il emploie plusieurs fois le terme « Meristemring » (pp. 330 et 342) pour nommer cette zone génératrice que, plus récemment, M. le professeur Gravis a désignée par le terme « périméristème » (**15**, p. 121) proposé par Guillaud (**17**).

Bien que dans la gaine des feuilles d'*Ornithogalum caudatum* il n'existe pas d'assise génératrice franchement délimitée, il se produit, dans le cours du développement de cet organe, de nombreux cloisonnements tangentiels dans les cellules à la

périphérie du tissu fondamental moyen; c'est de certains de ces cloisonnements que procèdent les faisceaux libéroligneux tardifs, et ce de la même manière que les prétendus « faisceaux de bois secondaire » de Millardet ou que les « secundären Gefässbündel de Röseler (cf. ma figure 17, pl. II, avec les figures 8 et 14 de Millardet et la figure 13 de Röseler).

On peut donc, semble-t-il, affirmer qu'il se manifeste dans la gaine foliaire de l'*Ornithogalum caudatum* un accroissement diamétral assez considérable avec production de parenchyme et de faisceaux libéroligneux tardifs; ces tissus prennent naissance par un mécanisme en tout comparable à celui d'un périméristème. De plus, il est à noter que les faisceaux tardifs dont il s'agit sont propres à la gaine, comme, dans la tige de *Dracoena*, les faisceaux issus du périméristème sont propres à la tige.

Au sujet du contenu des cellules épidermiques, mon attention fut attirée sur une communication de Schenk (**44**) dans laquelle ce savant signale l'existence, dans les cellules épidermiques de la hampe, des feuilles, des bractées, des pièces du périanthe et des carpelles de plusieurs espèces d'*Ornithogalum*, d'amidon amorphe en solution dans le suc cellulaire et colorable par la teinture d'iode, comme l'amidon solide, en violet ou en indigo. Dans certaines espèces, la coloration s'obtient très rapidement; dans d'autres, telle que l'*O. longebracteatum* Jacq., il faut plusieurs heures avant qu'elle se manifeste; dans les *O. Ecklonianum*, *comosum* et *umbellatum*, elle ne s'est jamais produite. Pour mener à bien les expériences, il faut, d'après cet auteur, récolter les matériaux avant ou pendant l'époque de la floraison; après on n'obtient aucun résultat. Mais dans une seconde communication, Schenk (**45**) se rétracte et fait toutes ses réserves quant à l'existence de l'amidon amorphe dans les *Ornithogalum*, tout en admettant la possibilité qu'il s'agit d'un isomère de l'amidon, se basant, pour conclure ainsi, sur ce que dans l'eau la coloration caractéristique de l'amidon disparaît. Nægeli (**35**) a démontré le non-fondé de cet argument et a établi que l'on a bien affaire là à une variété amorphe ou dissoute de l'amidon. Pour ma part, tout en suivant la technique

indiquée par ces auteurs, j'ai vainement tenté de provoquer la coloration violette par l'action de l'iode sur le contenu des cellules épidermiques prises en des endroits bien divers et sur plusieurs individus de l'*Ornithogalum caudatum.* Sans doute, cette espèce doit être rangée parmi celles où l'amidon dissous fait défaut, à moins que, chose peu probable, les conditions de culture assez uniformes pour les individus dont j'ai pu disposer n'exercent une certaine influence sur le phénomène en question.

§ 2. — LES BRACTÉES.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS.*

A l'extrémité d'une hampe de 1 mètre à 1^{m},50 de longueur, cylindrique, lisse et nue, s'élève une grappe de fleurs longue de 15 à 35 centimètres. Chaque fleur est insérée à l'aisselle d'une bractée. Les bractées sont sessiles sans être engainantes, lancéolées et longues de 2 centimètres ; elles se dégagent d'abord perpendiculairement à l'axe, mais se redressent bientôt verticalement ; elles sont vertes et atteignent leur maximum de développement un peu avant l'épanouissement des fleurs qui leur correspondent. Quand celui-ci a lieu, la bractée commence à se flétrir ; elle devient brunâtre, se dessèche et tombe bientôt. Ce sont donc simplement des organes de protection pour les boutons floraux.

II. — *ANATOMIE.*

A. — PARCOURS DES FAISCEAUX.

La bractée reçoit trois faisceaux : un faisceau médian M et deux latéraux L. Tous trois courent parallèlement dans l'organe, sans se relier jamais au moyen d'anastomoses et se terminent en pointe libre ; le M, après avoir parcouru presque toute la longueur de la bractée, s'arrête à environ 1 millimètre du sommet

de celle-ci ; le trajet des deux latéraux L s'arrête en deçà de la moitié de la longueur de l'organe et est plus court pour l'un que pour l'autre (fig. 28, pl. II : une bractée entière).

Parfois un quatrième faisceau *m* pénètre dans la bractée parallèlement aux trois autres ; mais il n'y parcourt qu'une distance qui n'excède pas 1 à $1^{mm},5$; il se trouve toujours entre le bord et le faisceau latéral le plus long, qui peut être tantôt à droite, tantôt à gauche du médian dans les différentes bractées.

B. — Histologie.

Faisceaux. — Ils présentent la même structure que ceux de la feuille végétative et plus particulièrement que les petits faisceaux. Ainsi le faisceau M ne comprend que quatre ou cinq petites trachées étroites (fig. 30, pl. IV), la plupart annelées ; l'un des faisceaux L n'a qu'une trachée ; le plus long peut en avoir deux ou trois.

Parenchyme. — Il est entièrement chlorophyllien ; néanmoins, il provient également de trois mésophylles. Le mésophylle moyen ne donne qu'une assise de cellules dans toute l'étendue de l'organe ; ces cellules sont grandes, et plusieurs d'entre elles ne renferment que du mucilage et des raphides. Le mésophylle interne ne produit que deux assises et le mésophylle externe trois assises de cellules plus petites (fig. 29, pl. III : coupe transversale à la base de la bractée). Vers la base de la bractée, on trouve également quelques rares cellules à raphides dans ces deux mésophylles ; vers le sommet, le mésophylle externe se réduit à deux (fig. 30), puis à une assise de cellules (fig. 32, pl. IV).

Épidermes. — Ils offrent les mêmes caractères que dans la feuille végétative, sauf que vers la base de l'organe, la cuticule est relativement très épaisse et remarquable par les stries, particulièrement très prononcées à l'épiderme interne, dont elle est sillonnée (fig. 29). Les deux bords de la bractée sont presque exclusivement constitués par les deux épidermes accolés, et l'on remarque que l'un d'eux, plus prononcé, celui qui se trouve du

côté de la bractée parcouru par le faisceau L le plus long, a une tendance à se replier contre la face interne, dernier vestige de la formation d'un *acumen* (fig. 30, 31, 32, pl. IV : coupes transversales à des niveaux de plus en plus rapprochés du sommet de la bractée); celui-ci existe donc réellement, mais ne parvient pas à se caractériser bien nettement.

Des stomates sont répartis également sur les deux faces des bractées.

CHAPITRE II

LES PLANTULES.

Dans la plantule, le cotylédon et les feuilles suivantes sont disposés en ordre distique imparfait (fig. 35, pl. III).

Nous étudierons successivement le cotylédon et les premières feuilles d'une plantule.

§ 1. — LE COTYLÉDON.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS.*

Le cotylédon comprend trois régions : la gaine, le limbe et l'*acumen* (fig. 34, pl. III).

Au début de la germination, la gaine a la forme d'un cylindre creux et présente une petite ouverture longitudinale qui est la fente cotylédonnaire. L'*acumen* est cylindrique, plein et courbé à 180° (fig. 33, pl. III); son extrémité, très effilée, reste emprisonnée dans l'albumen et remplit les fonctions de suçoir. Quant au limbe du cotylédon, il ne semble représenté que par une région extrêmement courte, comprise entre la gaine et l'*acumen* au niveau de la fente cotylédonnaire.

Pendant la première période de l'accroissement du cotylédon, la gaine, en devenant charnue, se renfle jusqu'à atteindre la grosseur d'un pois ; la fente cotylédonnaire s'élargit de façon à donner passage aux premières feuilles de la plantule, mais elle ne s'allonge guère, de sorte que la région que je considère comme homologue du limbe reste toujours extrêmement courte; le limbe cotylédonnaire ne s'aplanit pas; ses bords, qui ne sont autres que les bords de la fente cotylédonnaire, restent toujours assez rapprochés (fig. 36, pl. IV). Quand le cotylédon atteint 6 à 8 centimètres de longueur, l'*acumen* redresse son extrémité

en entraînant souvent encore le spermoderme presque vide, et il devient droit tandis qu'il continue de s'allonger. Pendant ce temps, le spermoderme se vide complètement, tombe en laissant à nu le suçoir qui se flétrit aussitôt. Finalement le cotylédon peut acquérir une longueur de 8 à 9 centimètres (fig. 34, pl. III).

II. — *ANATOMIE.*

A. — Parcours des faisceaux.

L'hypocotyle, très court, envoie dans le cotylédon huit faisceaux :

$$m''m'm\,\mathrm{L}\,\mathrm{M}\,\mathrm{L}m\,m'.$$

Le faisceau M occupe, normalement, le milieu du cotylédon; il est opposé au faisceau M^1 de la feuille 1 de la plantule. Ce faisceau M du cotylédon est loin d'avoir l'importance de son correspondant dans la feuille végétative : il n'est même guère plus important que le faisceau m'' qui se trouve en face de lui dans la gaine (fig. 35, pl. III). Le faisceau m'' disparaît le premier en se jetant dans le faisceau m' de gauche, et cela un peu avant d'arriver au niveau de la fente cotylédonnaire qui se trouve au-dessus de lui dans le même plan vertical. A son tour, le faisceau M se jette dans le latéral L de gauche. Plus haut encore, avant la disparition complète des bords du limbe, les m' et les m qui s'y trouvent engagés se jettent les premiers dans les derniers et ceux-ci dans les L qui leur sont contigus. On arrive ainsi dans l'*acumen* parfaitement cylindrique du cotylédon. Les faisceaux L parcourent l'*acumen* dans toute sa longueur en restant parallèles et en tournant l'un vers l'autre leur coin ligneux (fig. 37, pl. IV); ils se prolongent dans le suçoir et ne s'y terminent qu'à l'extrême sommet, en se réunissant par quelques trachées courtes (fig. 39, pl. IV).

Aucune anastomose ne s'observe entre les faisceaux qui parcourent le cotylédon, et seuls les faisceaux L produisent, au niveau du plus grand diamètre de la gaine, chacun une ramification à trajet court qui conflue de nouveau avec le faisceau dont elle est

issue. Cependant, ces ramifications occupent, pendant un certain temps, une place correspondant à celle qui distingue les faisceaux intermédiaires *i* dans les feuilles (fig. 40, pl. IV : parcours des faisceaux).

En somme, les faisceaux L sont les plus importants du cotylédon. On peut rapprocher ce fait de la tendance que montrent ces mêmes faisceaux dans la préfeuille à supplanter le faisceau M.

B. — Histologie.

Histologiquement, le cotylédon ne diffère guère des feuilles. Les faisceaux ont la même composition. Avant son renflement, on reconnaît parfaitement dans la gaine un épiderme interne, un parenchyme et un épiderme externe. A ce stade aussi (alors que la feuille 1 n'est encore qu'un mamelon), on peut observer que les diverses régions du cotylédon, gaine, limbe et *acumen,* passent de l'une à l'autre suivant le mode décrit pour la feuille végétative. De même, on peut assister, plus tard, à l'hypertrophie modérée, il est vrai, du parenchyme de la gaine, laquelle se fait comme dans la feuille végétative; on peut en conclure que ce parenchyme est formé par trois mésophylles distincts; ce parenchyme ne renferme jamais beaucoup d'amidon. Mais bientôt, par suite du développement et de l'épaississement de la gaine de la feuille 1, les tissus internes de la gaine du cotylédon (épiderme interne, mésophylles interne et moyen) sont écrasés, distendus et difficiles à reconnaître (fig. 41, pl. IV).

Les épidermes externe et interne de la gaine cotylédonnaire ne présentent pas de stomates.

L'*acumen* offre la même structure que dans la feuille végétative; mais il est plus cylindrique et ne renferme que les deux faisceaux LL (fig. 37, pl. IV). Des stomates garnissent son épiderme.

Quant au suçoir, il est droit et long de 2 à 4 millimètres; les cellules épidermiques n'y ont pas la forme papilleuse, comme dans beaucoup d'autres organes similaires; mais la paroi externe est mince et sans cuticule (fig. 39, pl. IV).

Comme particularités marquantes, il convient de signaler que, dans toute la longueur du cotylédon, l'épiderme externe, dans sa région médiane, forme un repli assez profond qui provoque l'interruption, en cet endroit, du mésophylle externe chlorophyllien. Les cellules épidermiques externes, situées dans le voisinage de ce repli, sont souvent recloisonnées (fig. 38, pl. III).

De même, dans la gaine, à la région située à l'opposite de celle dont il vient d'être question, l'épiderme externe offre la disposition que représente la figure 41. Il est à remarquer que cette disposition ne s'étend pas depuis la base jusqu'à la fente cotylédonnaire; du moins l'examen de coupes transversales successives et de coupes tangentielles ne m'a pas permis de l'observer comme telle; elle n'atteint pas, loin de là, les deux niveaux extrêmes de la gaine cotylédonnaire.

Existe-t-il une corrélation entre ces faits? Les données actuelles ne permettent pas de résoudre cette question. Il y aurait sans doute lieu de l'approfondir, notamment au point de vue de la valeur morphologique du cotylédon unique des Monocotylées (1).

§ 2. — LES PREMIÈRES FEUILLES DE LA PLANTULE.

Peu après le redressement du cotylédon, on voit poindre par la fente cotylédonnaire le sommet de la feuille 1 ; celle-ci s'al-

(1) Au moment de livrer le présent travail à l'impression, j'ai pris connaissance d'une notice de Miss Ethel Sargant (**43**, p. 107). L'auteur y traite la question en se basant sur l'examen comparatif du parcours des faisceaux dans les plantules de l'*Anemarrhena* et de l'*Eranthis,* et conclut au caractère dicotylé ancestral des Monocotylées

A ce sujet, on voudra bien remarquer que le faisceau que j'ai désigné ici comme médian cotylédonnaire M ne présente pas tous les caractères ordinaires d'un faisceau médian; il n'est pas le plus gros, ni le plus long, comme on le voit dans la figure 40. Si le cotylédon des Monocotylées est réellement constitué par deux cotylédons concrescents, les faisceaux désignés ici par L sont en réalité les médians de ces deux cotylédons, et le petit faisceau entre les deux, qui a été dénommé M, proviendrait de la fusion de deux marginaux (*m*).

longe assez rapidement (fig. 34, pl. III), et quand elle a acquis une certaine taille, elle laisse à son tour sortir, par une fente semblable à celle du cotylédon, la feuille 2; celle-ci en agit de même et ainsi de suite.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS.*

A part qu'elles ne portent pas de suçoir, les premières feuilles d'une plantule montrent extérieurement tout à fait le même aspect que le cotylédon; seulement l'*acumen* est plus long. Le limbe y est tout aussi insignifiant, n'étant pas atteint par l'accroissement intercalaire. Ce n'est qu'après la troisième feuille que celui-ci se fait sentir d'une façon notable dans cette région, qui alors prend de plus en plus d'importance. Les gaines des feuilles successives acquièrent une épaisseur définitive graduellement plus considérable, tandis que celles des organes les plus extérieurs s'exfolient les unes après les autres.

II. — *ANATOMIE.*

Les caractères anatomiques sont très semblables dans les premières feuilles de la plantule. Aussi me bornerai-je à fournir quelques détails au sujet de la feuille 2.

A. — Parcours des faisceaux.

Toutes choses égales d'ailleurs, le parcours des faisceaux présentent les mêmes traits essentiels que dans la feuille végétative. Au niveau du plus grand diamètre de la gaine de la feuille 2, celle-ci comprend dix-huit faisceaux :

$$m'm\,m'L\;i'i\,i'M\;i'i\,i'L\;m''m'm''m\,m''m'.$$

On remarque déjà ici la prédominance de l'une des moitiés de la feuille sur l'autre. Cette prédominance se manifeste aussi dans le trajet des faisceaux. Seuls les faisceaux LML*m* pénètrent dans la tige; les autres, à l'état de procambium, n'y entrent pas. La

plupart de ces faisceaux ont d'ailleurs un trajet limité à la gaine ou tout au plus ne dépassent pas le court limbe. Sept seulement passent dans l'*acumen :* ce sont *m*L*i*M*i*L*m*. Enfin dans le quart terminal se prolongent les LML; le L de gauche d'abord, puis le L de droite se jettent dans M qui ne les dépasse pas longtemps. La figure 42, planche IV, résume l'énoncé de ce parcours.

Dans la feuille 1, les faisceaux sont moins nombreux et quatre seulement parviennent dans l'*acumen*, LML*m*, le *m* disparaissant bientôt.

B. — Histologie.

Le parcours et l'importance relative des faisceaux, dans les différentes régions, l'absence de suçoir et des particularités mentionnées au sujet de l'épiderme externe du cotylédon, la présence de faisceaux d'ordre élevé dans la gaine, l'abondance plus grande de l'amidon dans le parenchyme de la gaine sont autant de caractères qui distinguent les premières feuilles du cotylédon et qui les rapprochent des feuilles végétatives; mais pour ce qui concerne l'exiguïté du limbe et le mode de disparition de ses bords, on les retrouve tels que les montre le cotylédon.

Si l'on y ajoute le petit nombre de faisceaux qui parcourent les premières feuilles de la plantule, on est autorisé à dire que celles-ci forment une transition entre le cotylédon et les feuilles végétatives.

Historique.

La germination de la graine et le premier développement de la plantule de l'*Ornithogalum caudatum* se font de la même manière que chez les *Allium* (*A. cepa*, *A. porrum*) où ces phénomènes ont été si souvent décrits et figurés par Mirbel (**29**, p. 60, pl. III, fig. 30; **30**, pl. II; **31**, p. 71), Gaudichaud (**10**, pl. V, fig. 13), Richard (**38**, pp. 225 et 248, pl. V, fig. 11), Duvernoy (**8**, p. 5), Schleiden (**46**, II. Bd, p. 210), Sachs (**40**, pl. III, et **41**, p. 744), Schubert (**47**, I. Bd, p. 131), Van Tieghem (**56**, p. 271; **57**, p. 944) et Tschirch (**53**, pl. XXV, fig. 77). D'ailleurs Mirbel figure très bien (**30**, pl. II) et décrit même en

partie (**31**, p. 63) l'embryon et la germination de l'*Ornithogalum longibracteatum* Jacq., espèce très voisine de la nôtre.

Il en résulte que Klebs (**21**, p. 574) s'est, à bon droit, cru autorisé à ranger les plantules d'*O. longibracteatum* avec celles de l'*Allium* dans le cinquième type monocotylé, caractérisé par une racine principale prenant un grand développement lors de la germination et par un cotylédon long, filiforme, se produisant au-dessus du sol, après l'épuisement de l'albumen, avec les caractères d'une première feuille végétative. Notre espèce, évidemment, rentre aussi dans ce type.

En ce qui concerne les trois parties du cotylédon admises par M. Van Tieghem (**56**, p. 271), une gaine inférieure, un limbe et une gaine supérieure, je suis porté à partager l'avis exprimé par M. le professeur Gravis (**15**, p. 42), rejetant la notion d'une « gaine supérieure ». Celle-ci, non seulement n'existe pas dans l'embryon avant la germination, mais n'apparaît jamais dans un grand nombre et peut-être dans la majorité des Monocotylées. M. Van Tieghem a cru pouvoir établir des distinctions basées sur le nombre des faisceaux cotylédonnaires. Je ne pense pas, toutefois, que l'éminent botaniste français ait voulu en tirer un caractère phylétique ; car si l'on admettait cette manière de voir, l'*Ornithogalum caudatum* serait notablement différent des genres *Allium*, *Lilium* et *Asphodelus*, chez lesquels le cotylédon ne reçoit que deux ou trois faisceaux parfois même fusionnés. Mais je ne crois pas que le *nombre* des faisceaux puisse caractériser des types de structure; car nous savons que ce nombre est souvent très variable dans les organes homologues d'une même plante, par exemple dans les feuilles étagées le long d'une même tige, dans les entrenœuds successifs d'un même axe, etc.

Ebeling (**9**), Lewin (**24**) et Tschirch (**53**) ont étudié plus spécialement l'organisation du suçoir dans diverses espèces. Le premier cite l'*Ornithogalum altissimum* comme ayant le même suçoir droit, en forme de cheville, que le *Lilium bulbiferum* également décrit et figuré par Tschirch (pl. XXV, fig. 76) ; le suçoir de notre espèce peut aussi y être assimilé.

CHAPITRE III

LES POUSSES AXILLAIRES VÉGÉTATIVES.

Comme pousses axillaires végétatives, nous envisagerons celles qui s'implantent sur le plateau même, à l'aisselle des feuilles végétatives étudiées au premier chapitre. Généralement, ces pousses axillaires ne parviennent pas à sortir d'entre les gaines trop serrées du bulbe; entravées dans leur premier développement, elles meurent et pourrissent avant de voir le jour; mais il arrive parfois qu'une et même deux se développent dans un bulbe. Ces pousses sont composées de plusieurs feuilles, dont la première, enveloppant toutes les autres, présente quelques caractères particuliers et porte le nom de préfeuille.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS DE LA PRÉFEUILLE ET DES FEUILLES SUIVANTES.*

Dans la préfeuille, on retrouve les trois régions que comporte la feuille végétative, mais avec des proportions bien différentes. La plus longue qu'il m'a été donné d'observer (fig. 43, pl. IV) avait 40 centimètres de longueur totale. Sa gaine était longue de $1^{cm},5$, sans aucune apparence de tubérisation; elle présentait la forme d'un cylindre creux un peu comprimé, avec deux saillies longitudinales, l'une à droite et l'autre à gauche du plan de symétrie.

Le limbe occupe presque tout le reste de la longueur de la préfeuille; il est bicaréné dans toute son étendue et les carènes font fortement saillie à la face externe; ces saillies prolongent celles de la gaine. Dans la partie la plus large, la préfeuille a 17 millimètres de largeur.

Quant à l'*acumen*, il n'est long que de 2 ou 3 millimètres; il

est très aplati, obtus, et constitue une sorte de chape à l'extrémité de la préfeuille.

Dans la feuille suivante ou feuille 2, longue de 45 centimètres, la gaine n'a plus que 2 millimètres; on n'y voit plus de saillie, mais elle est cependant plus épaisse dans les régions occupées par les faisceaux L. Le limbe, aussi large que celui de la préfeuille, présente également deux carènes, mais peu saillantes. Enfin, l'*acumen*, long de 1 centimètre, est plus épais et aussi plus effilé (fig. 44, pl. IV : extrémité de la feuille 2).

Ces caractères s'accentuent dans les feuilles 3, 4, ..., où l'on ne trouve même plus de trace de gaine, mais où, par contre, l'*acumen* devient de plus en plus long, plus effilé et plus cylindrique.

La présence de carènes aux feuilles 2, 3, 4, ... du bourgeon axillaire s'explique par le fait de la pression antéro-postérieure considérable que subissent ces organes pendant la majeure partie de leur développement entre les gaines si serrées du bulbe. Chez d'autres Monocotylées, cette pression se fait moins sentir dans les bourgeons axillaires des tiges aériennes, et c'est pourquoi, dans ces cas, la préfeuille seule est bicarénée.

Pour ce qui regarde la gaine, il convient d'observer que les feuilles ..., 4, 3 et même 2 n'ont pas atteint leur croissance définitive. Il se pourrait que, par suite de l'accroissement basilaire, la gaine fût à même de s'organiser plus tard; il serait même permis de supposer que ces futures gaines devinssent charnues de façon à constituer ultérieurement un bulbe. Malheureusement, la rareté de ces bourgeons axillaires ne m'a pas donné l'occasion de récolter des matériaux suffisants pour élucider ces questions, et il serait téméraire de conclure prématurément. Cependant, ayant pu, dans d'autres parties telles que les bulbes jeunes et les bulbilles, constater que les feuilles les plus jeunes, situées au cœur de ces organes et n'ayant que quelques millimètres de longueur encore, présentent déjà, parfaitement constituées, les trois régions décrites dans la feuille végétative (fig. 61, pl. V), je tiens pour éminemment probable que la gaine fait toujours défaut dans des feuilles où l'on n'en voit pas de trace quand elles

ont plusieurs centimètres, voire même plusieurs décimètres de longueur; il en résulte qu'il faut écarter l'idée de la formation ultérieure d'un bulbe.

Pour les motifs que je viens d'exposer, je n'ai pu déterminer le sort réservé aux pousses axillaires végétatives. Peut-être sont-elles destinées à fleurir l'année suivante.

II. — *ANATOMIE DE LA PRÉFEUILLE ET DES FEUILLES SUIVANTES.*

A. — Parcours des faisceaux.

Dans la préfeuille, le parcours des faisceaux présente essentiellement la même allure que dans la feuille végétative. Ici aussi, la gaine présente, tout au moins dans sa partie inférieure, un certain nombre de faisceaux qui n'en sortent pas à côté des faisceaux qui se continuent dans le limbe. Ceux-ci sont à vingt-huit à la base de la gaine; les autres propres à la gaine sont à trente-trois, ce qui porte à soixante et un le nombre des faisceaux différenciés ou non que l'on peut y compter (fig. 45, pl. IV : coupe transversale à la base de la gaine). Tout en haut de la gaine, il y a trente-deux faisceaux, tous destinés à se rendre dans le limbe (fig. 46, pl. IV). Dans toute la longueur de la gaine, les faisceaux latéraux L longent les deux saillies longitudinales; le faisceau M occupe une position intermédiaire. Ces situations respectives sont maintenues dans le limbe, ce que l'on peut prévoir si l'on se rappelle que les saillies de la gaine ne sont autre chose que les bases des carènes.

Il en résulte que le limbe, à part la présence des saillies carénales, où les faisceaux L sont accompagnés d'un faisceau m'', parfois d'un i', offre le même parcours que celui de la feuille végétative, les faisceaux étant à peu près également répartis à droite et à gauche du faisceau médian M. Ce dernier, contrairement à ce qui a généralement lieu, n'est pas aussi gros que les faisceaux L. Ce fait n'a rien d'étonnant, étant données les condi-

tions spéciales dans lesquelles se développe la partie de la feuille comprise entre les deux carènes, comprimée qu'elle est entre la tige mère ou ses dépendances et le bourgeon qu'elle enveloppe (fig. 47, 48, 49, 50, 51 et 52, pl. V : coupes transversales dans la préfeuille, faites à différents niveaux à partir de la base du limbe jusqu'au sommet).

La caractéristique principale du parcours des faisceaux dans la préfeuille réside dans la façon dont se terminent les faisceaux qui arrivent jusqu'à l'*acumen*. Jusqu'ici les quelques faisceaux m^n qui se sont succédé aux extrêmes bords du limbe se jetaient dans les faisceaux m^{n-1} contigus, ainsi que cela se pratique, en général, dans les feuilles végétatives. Le court *acumen* de la préfeuille débute pour ainsi dire par la terminaison en pointe libre de deux faisceaux m''; bientôt après disparaissent de la même façon deux faisceaux m' extérieurs, puis les deux m et, en même temps que ces derniers, s'évanouissent toujours de la même manière les faisceaux i et L de droite; aussitôt après, les faisceaux M, L et i de gauche se confondent en une masse terminale de trachées courtes situées en dessous du sommet très obtus de l'*acumen* (fig. 53, pl. V : parcours des faisceaux dans le sommet du limbe de la préfeuille).

Ici encore, une des moitiés de la préfeuille est en avance sur l'autre quant aux phénomènes d'apparition et surtout de disparition des faisceaux.

Dans la feuille 2, sauf en ce qui concerne la gaine pour ainsi dire absente, le trajet des faisceaux se fait suivant le mode décrit pour la feuille végétative; remarquons cependant que les terminaisons des faisceaux à l'extrême sommet se succèdent beaucoup plus rapidement ici et que le faisceau M ne dépasse que très peu les faisceaux L à l'état solitaire (fig. 54, pl. IV : parcours des faisceaux dans l'*acumen* de la feuille 2).

Les feuilles 3, 4, ... réduites au limbe et à l'*acumen*, ont, pour ces parties, un parcours de plus en plus similaire à celui de la feuille végétative.

B. — Histologie.

Les différents tissus qui composent la préfeuille et les feuilles suivantes de la pousse axillaire sont les mêmes et se comportent de la même façon que ceux de la feuille végétative. Certes, il est évident que l'organisation différente des régions comparables de part et d'autre entraîne des différences dans l'état définitif des tissus que ces régions comprennent. Ainsi, le mésophylle moyen de la gaine de la préfeuille présente à peu près le même nombre d'assises que dans le limbe; il n'est pas hypertrophié. Les cellules n'y renferment que peu d'amidon. En revanche, la proportion des cellules à raphides y est beaucoup plus considérable que dans la gaine tubérisée de la feuille végétative.

Le limbe de la préfeuille présente cette particularité, que les faisceaux latéraux L se sont surtout développés dans le sens antéro-postérieur en restant très étroits; les éléments ligneux sont tous disposés en une seule file (fig. 55, pl. IV : un faisceau L dans le milieu du limbe).

L'examen anatomique des feuilles de la pousse axillaire m'a permis de constater une structure assez bizarre de certains faisceaux. A quelques rares niveaux, ceux-ci présentent de véritables boucles ligneuses qui s'étendent dans un plan transversal à la feuille. Ces boucles sont composées d'une ou de deux trachées qui partent de l'un des côtés du faisceau, contournent celui-ci du côté du bois et reviennent s'amorcer de l'autre côté à la partie ligneuse (fig. 56, pl IV : faisceau dont la boucle n'est pas différenciée). Il est rare que les choses en restent là; le plus souvent, en effet, des anastomoses provenant de faisceaux voisins viennent se jeter dans ces boucles. Quels sont le rôle et la signification de ces boucles? Je n'ai pu démêler cette question d'autant plus intéressante que ces formations semblent être localisées dans les feuilles d'une pousse végétative axillaire.

Les deux saillies carénales sont formées par un recloisonnement plus actif des cellules du mésophylle externe situées der-

rière les faisceaux L. Ces caractères du limbe se retrouvent de moins en moins marqués dans les feuilles 2, 3, 4, ...

L'*acumen* de ces dernières est organisé de la même façon que dans la feuille végétative. Cependant, à cause de son aplatissement plus ou moins prononcé, la moelle centrale, provenant du mésophylle moyen, y est moins ou plus prédominante suivant l'ordre de plus en plus élevé des feuilles.

CHAPITRE IV

LES BULBILLES.

Dans l'Introduction, j'ai déclaré n'employer le terme bulbille que pour mieux distinguer les productions bizarres, naissant sur la gaine charnue des feuilles, des caïeux que produisent la plupart des plantes bulbeuses. Ce terme est adopté par la plupart des auteurs, tels que Mirbel (**30**, p. 137), A. de Saint-Hilaire (**41**, p. 241), Le Maout et Decaisne (**21**, p. 6), Duchartre (**6**, p. 540), Baillon (**2**, p. 42) et Van Tieghem (**56**, p. 314); mais tous nomment ainsi des bourgeons à écailles épaisses et charnues qui naissent à l'aisselle de feuilles ordinaires, comme dans le *Lilium bulbiferum*. La plupart d'entre eux comprennent, en outre, sous ce nom, des formations bulbiformes qui occupent la place des fleurs, comme c'est le cas dans les inflorescences de quelques Monocotylées (*Allium, Gagea, Agave*). Mais E. Germain de Saint-Pierre (**11**, p. 165) appelle encore bulbilles les caïeux pédicellés qui se forment aux dépens des bulbes de certaines espèces d'*Allium* et de *Tulipa*. Quoi qu'il en soit, le mot bulbille étant le diminutif de bulbe, il me semble rationnel de l'appliquer à toute espèce de productions organisées comme des bulbes, mais plus petites. C'est ainsi que je le comprends.

§ 1. — BULBILLES NORMALES.

Il y a lieu, en effet, de distinguer des bulbilles de deux sortes; celles que porte toute gaine foliaire âgée d'un bulbe adulte et dont il a été question à la page 5 sont les bulbilles normales; nous les qualifions ainsi à cause de leur présence constante et de la fixité de leur position sur les gaines. Cependant il faut remarquer que dans le cas où une pousse végétative

s'est développée à l'aisselle d'une feuille, la gaine suivante ne porte pas de bulbilles.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS.*

Ces bulbilles ont, en moyenne, je l'ai dit, la grosseur d'une noisette ordinaire; elles sont biconvexes, à faces ovoïdes, l'antérieure, celle qui regarde l'observateur supposé placé dans l'axe du bulbe mère, étant plus bombée que la face postérieure, ce qui résulte de ce que le plan d'insertion est oblique par rapport à l'axe de la bulbille (fig. 57, pl. V : une bulbille vue de profil). En leur qualité de petits bulbes, elles sont constituées par un axe très court, portant de petites feuilles disposées en ordre distique imparfait, différentes de forme et en nombre peu variable. L'une d'elles, prise comme exemple, présente huit feuilles. La plus extérieure, feuille 1 (fig. 58, pl. V), est réduite à la gaine close et montre à son sommet, du côté de la face postérieure, un orifice analogue à la fente cotylédonnaire; le limbe et l'*acumen* sont réduits à leur plus simple expression; la feuille 2 présente la même conformation, mais l'orifice est situé très peu plus bas, à la face antérieure (fig. 59, *a*, pl. V); la feuille 3 montre déjà un *acumen* un peu plus prononcé, en dessous duquel se voit, à la face postérieure, l'orifice un peu plus grand (fig. 59, *b*); l'*acumen* et l'orifice s'accentuent de plus en plus sur les feuilles 4 et 5 (fig. 59, *c*, *d*, *e*, *f*); toutes ces feuilles revêtent la forme générale de la bulbille; elles ne sont pas destinées à s'accroître beaucoup par la suite, et l'on peut les considérer comme réduites à leur gaine. La feuille 6 a la forme d'un cône effilé; vers le milieu de sa hauteur et à la face antérieure, elle présente un petit orifice; deux régions y présentent donc déjà une notable différenciation; la gaine en dessous de l'orifice, l'*acumen* au-dessus (fig. 60, pl. V); mais cette feuille subira par la suite une croissance intercalaire dont l'intensité se répartira plus ou moins inégalement dans toute son étendue, ce qui provoquera notamment un certain allongement du limbe correspondant à l'orifice. La feuille 7 est plus cylindrique et n'a que $6^{mm},5$ de longueur, dont 5 pour l'*acumen*

et le reste pour la gaine, l'orifice très petit séparant ces deux régions (fig. 61, pl. V); c'est là d'ailleurs la forme que présentent toutes les feuilles végétatives aux premiers stades de leur formation. Quant à la feuille 8, elle ne constitue encore qu'un bourrelet entourant obliquement le sommet végétatif du plateau (fig. 62, pl. V).

II. — *ANATOMIE.*

A. — Position et insertion.

A la page 16, j'ai indiqué la position occupée par deux bulbilles adultes, côte à côte, au même niveau, à mi-hauteur de la gaine, un peu latéralement en dessous du sinus déterminé par la séparation des deux bords du limbe (fig. 4). J'ai signalé comment chacune de ces bulbilles était vascularisée par un système de trois faisceaux provenant directement du plateau et groupés sous l'épiderme externe de la gaine, système s'étendant du plateau jusqu'au niveau des bulbilles et provoquant, suivant toute cette étendue, deux grosses nervures parallèles. De ces trois faisceaux, l'un est un peu isolé, les deux autres sont très rapprochés l'un de l'autre, voire même confondus par leur partie ligneuse. En dessous de ces deux bulbilles, aucune autre n'avait pris naissance. C'est, ai-je dit, un cas des plus simples qui se réalise très rarement.

Ordinairement, les bulbilles sont plus nombreuses et se trouvent alors disposées en une série assez irrégulière, les unes en dessous des autres le long de la même région de la gaine, et apparaissent en ordre basipète (fig. 63, pl. V). Chacune reçoit trois, rarement deux faisceaux bulbillaires. Dans ces circonstances, ces faisceaux ne se maintiennent pas tous, cela se conçoit, à la périphérie. Ceux qui se rendent dans la bulbille primordiale occupent d'abord, en descendant, une situation périphérique; à une certaine distance, ils obliquent plus ou moins brusquement, de manière à gagner les assises moyennes de la gaine qui les intéresse. Pendant quelque temps encore, ils constituent, dans

cette région, un trio de faisceaux qui se regardent par leur coin ligneux. Deux d'entre eux, si pas tous trois, finissent par se réunir en formant un faisceau à orientation presque toujours anormale par rapport à la gaine. Ceux qui descendent des bulbilles subséquentes suivent aussi d'abord la périphérie, puis s'infléchissent vers les assises moyennes en se séparant, de manière à venir se disposer sur les flancs du groupe trimère précédent. Parfois, ici, pendant qu'ils s'infléchissent ainsi, deux des trois faisceaux se réunissent déjà en un seul; parfois encore l'un des trois envoie une anastomose vers les faisceaux foliaires de la gaine situés près de l'épiderme interne; ou même, fait plus rare, il se rend entièrement dans le cercle de ces faisceaux; enfin, dernier cas, ce troisième faisceau se confond, en descendant, avec l'un des faisceaux bulbillaires provenant de bulbilles situées plus haut. Il en résulte que la coupe transversale pratiquée à la base de la gaine dans la région bulbillifère rencontre deux catégories de faisceaux; plus rapprochés de la face interne que de la face externe, des *faisceaux foliaires* toujours normalement orientés, complètement individualisés, disposés sur plusieurs rangs; vers le milieu de l'épaisseur de la gaine, des *faisceaux bulbillaires* à orientation variable, provenant de la fusion de plusieurs faisceaux issus des bulbilles. Les schémas des figures 64 et 65, pl. V, résument les observations qui précèdent. Une coupe faite à égale distance entre le niveau de la coupe dont il vient d'être question et celui de l'insertion de la bulbille primordiale ne diffère qu'en ce que les faisceaux bulbillaires sont moins anastomosés entre eux et en ce qu'ils sont souvent disposés en petits groupes de deux ou de trois, sortes de stèles ressemblant un peu à celles du cladode de *Xylophylla* (fig. 66, pl. V).

Par ce qui précède, on remarquera aussi que les faisceaux bulbillaires se rendent dans les bulbilles suivant un mode qui ressemble beaucoup à la décussation des faisceaux foliaires dans les tiges monocotylées (fig. 65).

Il est à noter que fréquemment la bulbille primordiale avorte en ne laissant d'autres traces que le système de faisceaux qui lui était destiné, système qui n'arrive pas alors à la périphérie et

dont les éléments se terminent en pointe libre à divers niveaux. Dans ce cas, les bulbilles développées révèlent extérieurement leur origine subséquente par le niveau inférieur où elles sont insérées sur la gaine âgée.

B. — Genèse des bulbilles.

L'entre-nœud étant l'intervalle qui sépare deux feuilles consécutives, cette région est réduite à si peu de chose dans le plateau de l'*Ornithogalum caudatum*, que l'on ne conçoit guère la possibilité pour des organes axillaires de s'y développer. Il en est ainsi cependant des bulbilles normales; mais pour le comprendre, il ne faut pas perdre de vue qu'elles s'organisent à un moment où les gaines qui les emboîtent sont loin d'être aussi épaisses qu'elles le seront en définitive et qu'elles ne comblent pas encore l'espace internodal. Quand la gaine qui la portera a environ 3 centimètres de diamètre, la première bulbille apparait comme un petit mamelon méristématique situé en face du faisceau M de la feuille précédente (*Mutterblatt* des auteurs allemands) Bientôt, par suite du développement basilaire plus actif de la gaine supérieure plus jeune, celle-ci empiète sur l'espace internodal en entraînant sur son dos, en quelque sorte, le mamelon qui s'entoure en même temps d'un bourrelet circulaire un peu oblique, ébauche de la première gaine de la bulbille future. Celle-ci s'organise de plus en plus, tout en s'élevant davantage, entraînée qu'elle est par l'accroissement basilaire de la gaine; le premier bourrelet circulaire est, en effet, bientôt suivi d'un second en ordre acropète, et celui-ci d'un troisième. A ce moment, la jeune bulbille se trouve déjà à une hauteur de 4 millimètres sur la gaine et les faisceaux commencent à s'y différencier. Deux autres mamelons apparaissent alors simultanément et côte à côte à la base de la gaine et sont aussitôt entraînés aussi pendant que le premier continue son ascension, et c'est ainsi que, normalement, apparaissent ensuite deux troisièmes, deux quatrièmes, etc., bulbilles, toujours à la base de la même gaine.

C. — Parcours des faisceaux dans les premières gaines des bulbilles.

C'est en étudiant les coupes successives dans de très jeunes bulbilles que l'on se rend le mieux compte de la façon dont les trois faisceaux bulbillaires issus de la gaine bulbillifère se comportent pour vasculariser les différents organes composant une bulbille.

Nous venons de voir que les bulbilles présentent une forme biconvexe. Il en résulte que la première gaine est bicarénée (fig. 67, pl. V), les suivantes présentant ce caractère de moins en moins prononcé. Le faisceau bulbillaire isolé se bifurque; une des branches reste dans l'axe de la bulbille, l'autre se rend dans la carène la plus rapprochée. Cette branche-ci se bifurque aussitôt à son tour; la partie la plus importante va occuper la carène qu'elle longe désormais, c'est le faisceau M; l'autre partie, très grêle, est un faisceau L qui va prendre dans la partie postérieure de la gaine une position telle qu'il occupera plus haut l'un des bords du court limbe. Pendant ce temps, les deux autres faisceaux bulbillaires s'écartent l'un de l'autre, puis chacun d'eux se bifurque également, l'une des branches de chaque bifurcation passant de même dans la gaine, l'autre branche restant dans l'axe de la bulbille. L'un de ces faisceaux bulbillaires fournit ainsi le second faisceau L qui, en se rendant dans l'autre carène, envoie aussi un faisceau plus grêle dans la partie postérieure; c'est un faisceau *m* qui occupera plus haut l'autre bord du limbe. L'autre faisceau bulbillaire fournit de la même façon un faisceau *i* qui va se placer au milieu de la partie antérieure de la gaine. Entre ce faisceau *i* et le faisceau M, ce dernier détache bientôt un faisceau *i'*, et dans la partie supérieure de la gaine, un faisceau *i'* apparaît, entre *i'* et le faisceau L de la carène, aux dépens de ce dernier. Par conséquent, à la base du limbe, il y a sept faisceaux (fig. 67) :

L M *i' i i'* L *m*.

Tous ces faisceaux se terminent en pointe libre : d'abord le i' près du M; à la limite supérieure du limbe, l'autre i'; le L près du M et le m; enfin, près du sommet de l'*acumen* rudimentaire les M, i et le second L.

La course des faisceaux qui vient d'être décrite est celle qu'on peut observer dans une première gaine de bulbille jeune. Plus tard, un petit nombre de faisceaux s'intercaleront entre les anciens; c'est un i'' entre M et i' (fig. 68, pl. V), un i'' et parfois un i''' entre i' et L, rarement un i'' entre i et l'un des i', plus rarement encore un nouveau i entre L du côté postérieur et M ou m' entre L de la carène et m. De rares anastomoses s'étendront enfin horizontalement entre ces faisceaux.

Tous ces faisceaux ne présentent pas l'importance que semble devoir comporter leur qualité. Ainsi le L du bord n'est pas plus gros que le m; par contre, le i est presque aussi fort que le M ou que l'autre L. Non prévenu, l'observateur d'une coupe représentée par la figure 67 l'interpréterait tout autrement, comme suit :

$$m \, L \, i \, M \, i \, L \, m.$$

La figure 70, pl. V, résume la description qui précède.

La feuille suivante, réduite à sa gaine aussi, présente sensiblement les mêmes caractères que la première gaine : grande inégalité des deux moitiés de la feuille; répartition inégale des faisceaux de part et d'autre du médian M; terminaison des faisceaux en pointe libre. Ce dernier trait se répète d'ailleurs dans toutes les feuilles réduites à leur gaine qui suivent; de même le premier; quant au deuxième caractère, il tend à disparaître dès la troisième ou la quatrième feuille; mais, comme nous l'avons vu, il ne le fait jamais d'une façon absolue, pas plus que le premier. Remarquons aussi que le nombre des faisceaux augmente d'une gaine à l'autre plus interne.

La disposition insolite des faisceaux dans les premières gaines des bulbilles, lesquelles accusent une si grande inégalité des deux moitiés de la feuille, résulte de la compression que subissent les bulbilles dès leur apparition. Un fait analogue a d'ailleurs déjà été mis en lumière pour la préfeuille des bour-

geons axillaires dans le *Tradescantia* par M. GRAVIS (**15**, p. 161). Ce savant professeur a également constaté, pour le même organe, la terminaison libre des faisceaux. La première gaine des bulbilles n'est autre chose qu'une préfeuille; elle en remplit, au surplus, les fonctions.

D. — HISTOLOGIE.

Les caractères histologiques des gaines des bulbilles sont ceux des gaines des feuilles végétatives ordinaires, avec cette restriction que plus elles sont situées à l'extérieur, moins leur parenchyme tend à s'hypertrophier et moins aussi il renferme d'amidon. Ainsi la première gaine, notamment, n'est souvent composée, sauf aux carènes, que de cinq assises cellulaires : une assise pour chacun des deux épidermes et des trois mésophylles. Dans les cellules de ce dernier, on trouve très peu d'amidon (fig. 69, pl. V). La deuxième gaine présente de sept à neuf assises et l'amidon y est plus abondant. La troisième offre déjà tous les caractères d'un organe de dépôt pour l'amidon.

Des stomates ne se trouvent qu'à l'épiderme externe, dans la partie supérieure des gaines.

Historique.

En résumé, les bulbilles normales me paraissent être simplement des bourgeons axillaires qui, organisés à leur emplacement normal, sont, par suite d'un manque de place et d'une activité génératrice particulièrement intense du méristème basilaire de la feuille suivante, entraînés le long de la face externe postérieure de la gaine de cette feuille et séparés de leur feuille mère (*Mutterblatt*). La disposition collatérale des faisceaux bulbillaires permet de croire que ce sont des bourgeons axillaires collatéraux analogues à ceux des *Muscari botryoides*, figurés par VAN TIEGHEM (**57**, p. 243, fig. 85), dont la disposition échelonnée s'explique par leur apparition successive et aussi par la place restreinte qu'il leur est permis d'occuper; on peut aussi les

comparer aux bourgeons superposés comme on en trouve dans les Juglandées. D'autre part, ces bulbilles sont en tous points comparables aux caïeux pédicellés que Th. Irmisch (**18**) a si bien décrits et figurés dans certaines espèces du genre *Allium* (*A. vineale* L., p. 10, pl. II, fig. 6, 7 et 8, *A. rotundum* L., p. 14, pl. II, fig. 19, et *A. Scorodoprasum* L., p. 13, pl. II, fig. 17). Cette analogie est d'autant plus frappante que, dans cette dernière espèce, l'auteur dit que les pédicelles des caïeux sont habituellement concrescents en une lame rubanée et que le dessin correspondant à cette description (pl. II, fig. 17) montre les caïeux disposés sur cette lame identiquement comme les bulbilles de l'*Ornithogalum caudatum* sur la gaine. On peut donc dire que, dans notre espèce, la concrescence est poussée plus loin encore et qu'elle frappe en même temps les pédicelles des bulbilles et la gaine de la feuille suivante. La manière d'être des bulbilles pédicellés dans les *Allium* est aussi décrite par E. Germain de Saint-Pierre (**11**, p. 165). Je n'ai pu contrôler les observations de cet auteur au point de vue de la valeur morphologique des pédicelles; mais son opinion qu'il s'agirait là de gaines foliaires allongées cylindriquement me paraît fort contestable. Il y a tout lieu de croire au contraire que chaque pédicelle est le premier entre-nœud très allongé de la bulbille qu'il porte à son sommet.

§ 2. — BULBILLES ADVENTIVES.

J'appelle ainsi les bulbilles de la deuxième sorte qui peuvent, dans certaines circonstances, prendre naissance sur des morceaux de gaine détachés de la plante adulte, fait analogue à celui bien connu qui se passe dans d'autres plantes : *Streptocarpus*, *Bryophyllum*, *Cardamine*, *Lilium*, *Hyacinthus*, *Atherurus*, etc.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET CONDITIONS DE FORMATION.*

Quelques morceaux de gaines charnues ayant été abandonnés, en été, sur une table du laboratoire, afin de les soumettre à la

macération après leur dessiccation, certains d'entre eux montrèrent, après quatre ou cinq mois, des bulbilles adventives, coniques, un peu moins grosses, mais plus allongées que les bulbilles normales, insérées le long d'un des bords sectionnés. On sait qu'un phénomène semblable, dont l'horticulture a tiré profit, se présente, indépendamment de ceux cités plus haut, dans les genres *Begonia*, *Gloxinia*, *Maclura*, *Peperomia*, *Achimenes*, *Marattia*. Mis dans des conditions convenables d'humidité et d'obscurité, des morceaux de feuilles de ces plantes reproduisent, après un certain temps, de nouveaux individus.

Rappelons pour mémoire que Turpin (**55**, p. 5) a observé le même fait dans l'*Ornithogalum thyrsoides* H. K.; mais il serait oiseux de formuler une critique de son mémoire qui s'inspire des idées de l'époque au point de vue anatomique.

Étant donnée la faculté que présentent des morceaux de gaine de former des bulbilles adventives, dans notre espèce, il me parut intéressant de procéder à quelques expériences à ce sujet. Il en résulte : 1° que des gaines sectionnées, en hiver, ne donnent pas de bulbilles; ce n'est qu'au printemps et en été qu'on obtient ce résultat; 2° les gaines trop jeunes ou trop âgées se dessèchent sans produire ces corps reproducteurs; il faut pour cela s'adresser à des gaines présentant des bulbilles normales incomplètement développées; 3° dans une atmosphère suffisamment humide et à la lumière diffuse ou à l'obscurité, de nombreux rudiments de bulbilles se produisent *du côté de l'épiderme interne* et le long des bords transversaux basilaires seulement des morceaux, soit que ceux-ci proviennent de la partie antérieure ou de la partie postérieure de la gaine; le long des bords longitudinaux et du bord transversal distal, ainsi que sur les blessures faites au milieu d'un morceau, il ne se produit aucune bulbille. De tous ces rudiments, quelques-uns seulement arrivent à complet développement.

II. — *ANATOMIE.*

A. — Insertion et genèse.

Les tissus de ces bulbilles adventives ne sont pas en continuité anatomique avec ceux de la partie de plante sur laquelle elles naissent, comme c'est le cas pour les bulbilles normales.

Les bulbilles adventives s'organisent uniquement aux dépens de l'épiderme interne; une cellule de cette assise se divise par une cloison tangentielle, suivie bientôt dans cette voie par cinq, six cellules collatérales et davantage encore (fig. 71, pl. V). A ce premier cloisonnement en succèdent d'autres dans le même sens, jusqu'à ce qu'un mamelon d'une certaine dimension se montre au jour (fig. 72, pl. V). A partir de ce moment, le tissu constituant le mamelon se transforme en un véritable méristème, et l'on se trouve alors en présence d'un mamelon méristématique semblable à celui qui prend normalement naissance à l'aisselle des gaines charnues dans un bulbe. Les bourrelets successifs se forment ici comme dans la bulbille normale, leur obliquité étant alternativement dirigée vers l'une et l'autre face de la bulbille, et le développement ultérieur est à peu près le même. Seulement, comme aucune compression n'a lieu, la forme générale de la bulbille et celle de ses gaines diffèrent, comme je l'ai indiqué plus haut, des formes des parties correspondantes de la bulbille normale.

En même temps que les cellules épidermiques, les cellules de l'assise hypodermique du mésophylle interne se cloisonnent aussi tangentiellement, mais un petit nombre de fois seulement.

Les mamelons naissant ordinairement côte à côte, il se produit toujours une légère concrescence à leur base; il s'ensuit qu'ils semblent naître tous d'une bande méristématique commune, tels des ovules d'un carpelle multiovulé le long du placenta. Et, en effet, les choses se passent à peu près comme s'il en était ainsi. A un moment donné, on voit apparaître en dessous de chacun des mamelons, dans la bande méristématique, un massif

libéroligneux ou tout au moins procambial; chaque massif est une ramification d'un cordon libéroligneux, à trachées courtes, qui s'étend le long de la limite profonde de la bande méristématique, suivant la zone formée par le nouveau tissu provenant du recloisonnement de l'assise hypodermique du mésophylle interne. Ce cordon libéroligneux est lui-même parfois relié avec les faisceaux de la feuille mère par des anastomoses restant longtemps non différenciées (fig. 73, pl. V).

Les bulbilles adventives sont donc bien en rapports vasculaires avec la feuille mère. On ne saurait le concevoir autrement, attendu qu'elles tirent de cette dernière leurs moyens de subsistance jusqu'au moment où elles sont aptes à végéter pour leur propre compte; il se produit alors un tissu subéreux dans la région de l'hypoderme recloisonné de la gaine mère, tandis que des racines surgissent aux premiers nœuds des bulbilles. Le fragment de gaine peut maintenant se dessécher; la bulbille est organisée de manière à pouvoir attendre, s'il le faut, un an et même davantage des conditions favorables pour végéter et reproduire une plante complète; ce résultat est ordinairement atteint en moins de deux ans depuis sa mise en végétation.

Une bulbille apte à végéter isolément (fig. 74, pl. V) est composée de cinq ou six feuilles, dont la plus interne n'est encore qu'à l'état de simple mamelon. Celle située tout à fait à l'extérieur, c'est-à-dire la première feuille ou préfeuille, se présente tantôt sous forme d'une gaine cylindrique complètement close, largement ouverte au sommet, ou bien d'une gaine en forme d'écaille non engainante à la base. En aucun cas, l'*acumen* n'est indiqué, et, dans le premier, le limbe même n'est guère représenté que par une très légère surélévation, d'un côté, du bord de l'espèce de cupule que forme alors cette préfeuille (fig. 74, pl. V); dans le second cas, la préfeuille a la forme d'une cuiller très obtuse (fig. 75, pl. V).

Quelle que soit la forme de la préfeuille, sa disposition phyllotaxique est un peu variable, mais loin d'être distique par rapport à la feuille 2; elle fait avec celle-ci un angle de 45° en moyenne; il est souvent un peu moindre, rarement beaucoup

plus grand. Entre les feuilles 2, 3 et les feuilles suivantes, la disposition distique tend à se rétablir; cependant elle n'est jamais parfaite, pas plus d'ailleurs que dans les autres espèces de pousses étudiées antérieurement (fig. 76).

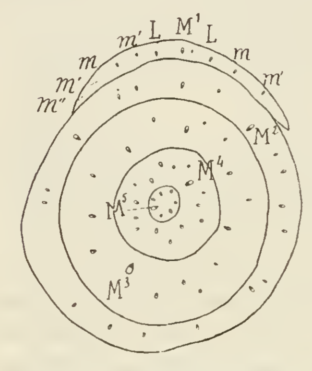


Fig. 76. — Coupe transversale dans une bubille adventive.

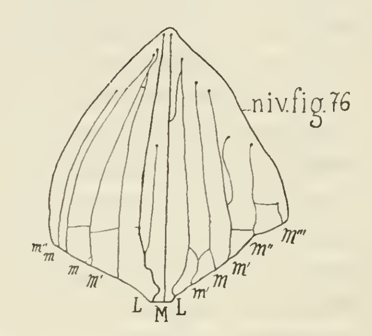


Fig. 77. — Parcours des faisceaux dans la préfeuille d'une bulbille adventive.

Le plan d'insertion est oblique par rapport à l'axe de la bulbille ; le plan de symétrie commun des feuilles supposées parfaitement distiques est perpendiculaire au sens de l'obliquité du plan d'insertion ; il en résulte que l'une des moitiés de chaque feuille se dégage avant l'autre et est plus grande que celle-ci.

B. — Parcours des faisceaux dans les premières gaines.

Dans une préfeuille écailleuse, les faisceaux provenant directement de la base sont généralement au nombre de douze, que l'on peut considérer comme composant la formule :

$$m''m'm\,m'\mathrm{L\,M\,L}\,m'm\,m'm''m'''.$$

Mais à comparer la figure 77 avec la figure 40, planche IV, on est frappé de la ressemblance qu'offrent les parcours des faisceaux dans le cotylédon et dans la préfeuille d'une bulbille adventive.

La principale différence entre ces deux parcours réside en ce

que les faisceaux de la préfeuille sont en plus grand nombre et qu'ils sont presque tous terminés en pointe libre; on aperçoit aussi quelques rares anastomoses entre eux. Naturellement aussi, plus les faisceaux sont rapprochés des bords, plus leur trajet est court.

C'est ce dernier caractère qui permet le mieux de distinguer le parcours d'une préfeuille écailleuse de celui d'une préfeuille cupuliforme. Ici, tous les faisceaux arrivent presque à la même hauteur, mais ne sortent pas tous au même moment; en outre, leur nombre est parfois un peu plus élevé.

Les feuilles 2 et 3 possèdent une gaine close relativement longue, un court limbe, mais pas d'acumen. La disposition des faisceaux y est la même que dans la gaine d'une feuille végétative, c'est-à-dire que, de part et d'autre du faisceau M, les moitiés des feuilles sont inégales et renferment un plus ou moins grand nombre de faisceaux intermédiaires *i* et de faisceaux marginaux *m*. Les faisceaux principaux $m'm$ L M L $m\,m'$ se terminent en pointe libre. L'organisation des feuilles suivantes devient de plus en plus normale.

Quant aux caractères fournis par l'histologie, ils sont exactement les mêmes que ceux des bulbilles normales.

RÉSUMÉ

FEUILLE VÉGÉTATIVE LA PLUS COMPLÈTE.

La feuille végétative de l'*Ornithogalum caudatum* présente trois régions : la gaine, le limbe et l'*acumen*. Bien que différentes quant à leur forme et quant à leurs fonctions, il n'existe pas de limite anatomique entre ces trois parties ; les faisceaux principaux passent de l'une à l'autre directement, sans subir d'anastomose. Toutes trois ont les nervures parallèles et mises en rapport entre elles par des anastomoses horizontales ou obliques. Tous les faisceaux que l'on trouve à la base du limbe sont déjà individualisés et même différenciés dès leur entrée dans la feuille; ils traversent la gaine pour se rendre dans le limbe et l'*acumen*, parties où ils disparaissent successivement, à commencer par ceux d'ordre plus élevé. La gaine est, en outre, sillonnée par de nombreux faisceaux d'ordre très élevé, parallèles aux précédents, qui se différencient tardivement et qui ne s'étendent pas en dehors de la gaine. Enfin, dans la région de la gaine située en dessous du point de séparation des bords du limbe existe un groupe de faisceaux bulbillaires qui sortent par deux ou par trois dans les bulbilles.

Dans la gaine, les faisceaux principaux présentent à certain moment de leur évolution, entre le bois et le liber, une zone cambiale très nette; mais elle est très fugace et ne donne lieu à aucune production libéroligneuse secondaire. Ce fait a d'ailleurs déjà été signalé dans d'autres Monocotylées.

Les divers tissus se retrouvent dans les différentes régions avec quelques modifications adaptationnelles : le mésophylle moyen, hypertrophié dans la gaine, y devient un tissu de dépôt

de substances alimentaires; il se réduit à cinq ou six assises dans le limbe où il joue un rôle aquifère; il remplit le même rôle sous forme de moelle centrale dans l'*acumen*, où sa mort précède celle de cet organe tout entier.

Le mésophylle externe, dans la gaine, se confond plus ou moins avec le précédent dans le rôle de tissu de dépôt; il devient nettement chlorophyllien dans le limbe, avec assise externe palissadique, et se continue comme tel dans l'*acumen* qu'il entoure complètement.

Le mésophylle interne subit les mêmes modifications que le mésophylle externe, abstraction faite de l'assise palissadique; seulement dans l'*acumen*, il perd sa chlorophylle, se réduit à quelques cellules qui se recloisonnent deux fois et se confondent avec le mésophylle moyen pour former la moelle centrale.

Quant aux épidermes, l'épiderme externe forme une assise de cellules qui revêt toute la face externe de la gaine et du limbe et qui encapuchonne en quelque sorte l'*acumen*. L'épiderme interne s'étend de même sur toute la face interne de la gaine et du limbe, et les dernières traces s'en évanouissent à l'extrême sommet du sinus à la base de l'*acumen*. Celui-ci résulte d'une augmentation de l'épaisseur des mésophylles avec réduction puis disparition de la face interne, ce qui entraine le rapprochement des faisceaux marginaux extrêmes en face des autres faisceaux.

Les deux épidermes présentent des stomates en proportions peu différentes. Jamais de poils.

BRACTÉES.

Les bractées sont des feuilles ayant subi un développement incomplet; l'*acumen* y est à peine représenté; la gaine ne s'y forme jamais ; seul, le limbe s'y développe quelque peu. Les trois ou quatre petits faisceaux qui y pénètrent se terminent en pointe libre et ne sont jamais reliés par des anastomoses; le médian seul s'étend jusque dans l'*acumen*.

PLANTULES.

Cotylédon. — C'est ici un organe dans lequel les caractères d'une feuille sont beaucoup plus reconnaissables que dans l'organe homologue de toute autre Monocotylée. Il comprend trois régions : la gaine, le limbe et l'*acumen*. Le limbe est insignifiant, puisqu'il est restreint à la région qui correspond à la fente cotylédonnaire, réduite elle-même au calibre strictement nécessaire pour livrer passage aux premières feuilles de la plantule; le suçoir n'est que l'extrémité de l'*acumen* et ne s'en distingue que par sa situation incluse dans l'albumen et par son rôle physiologique. Mais la gaine et l'*acumen* offrent, toute proportion gardée, la même structure que dans la feuille végétative. Dans la gaine, l'analogie est d'autant plus grande qu'il y existe sept faisceaux, nombre relativement considérable pour un cotylédon; néanmoins ce sont les faisceaux latéraux LL qui sont là les plus importants. L'*acumen* présente mieux les caractères cotylédonnaires, en ce qu'il n'est parcouru que par les deux faisceaux LL.

Premières feuilles de la plantule. — Elles établissent la transition du cotylédon vers les feuilles végétatives. Sauf le suçoir absent, les régions y sont représentées dans les mêmes proportions, avec la même structure. Les faisceaux foliaires y deviennent de plus en plus nombreux, 11, 18, 27, ..., auxquels viennent s'ajouter dans la gaine des faisceaux d'ordre très élevé et d'apparition tardive. Le faisceau médian M y est toujours le plus important et s'élève jusqu'à l'extrémité de l'*acumen* en dépassant plus ou moins les latéraux L.

POUSSE AXILLAIRE VÉGÉTATIVE.

Elle procède d'un bourgeon axillaire unique qui s'est développé de suite en restant inséré sur le plateau, fait qui se produit rarement; elle comprend quelques feuilles, dont il convient de distinguer la première sous le nom de préfeuille. Toutes ces

feuilles sont des organes élaborateurs; la gaine y est insignifiante et ne produit pas de bulbe; le limbe, au contraire, est bien développé; l'*acumen,* presque nul dans la préfeuille, devient plus important dans les feuilles suivantes; elles ont toutes le limbe plus ou moins bicaréné, ce qui provient de la grande compression antéro-postérieure que subit la pousse pendant son développement, et qui résulte de l'emboitement des gaines entre lesquelles elle naît. Ce caractère est très accentué dans la préfeuille, où il existe deux fortes saillies longitudinales correspondant aux carènes et produites par un recloisonnement local du mésophylle externe.

Le trajet des faisceaux présente la même allure que dans la feuille végétative, eu égard aux régions que comportent les feuilles de la pousse axillaire. La terminaison en pointe libre des faisceaux marginaux extrêmes dans la préfeuille accuse un arrêt dans le développement de cet organe.

Au point de vue de l'histologie, il y a concordance parfaite avec la feuille végétative. Seulement la gaine, lorsqu'elle existe, ne montre aucune hypertrophie des mésophylles; par contre, dans la gaine et dans le limbe de la préfeuille, il faut tenir compte du recloisonnement du mésophylle externe à l'endroit des deux saillies carénales.

Des boucles ligneuses contournant, à certains niveaux, la partie ligneuse des faisceaux foliaires, semblent constituer une particularité singulière propre aux feuilles de la pousse axillaire végétative.

BULBILLES NORMALES.

Ce sont de petits bulbes de la grosseur et de la forme d'une noisette, mais légèrement comprimés dans le sens antéro-postérieur, renfermant une demi-douzaine de feuilles réduites, pour ainsi dire, à leur gaine; car le limbe n'y est représenté, comme dans le cotylédon, que par une fente, l'*acumen* par une protubérance apicale qui s'accentue avec l'ordre d'apparition de ces organes; ceux-ci enveloppent à leur tour deux ou trois feuilles

végétatives en voie de formation. Ces dernières se distinguent par leur *acumen* plus long, mais surtout par un accroissement intercalaire considérable de la région de la fente au-dessus de la gaine close, région qui devient un limbe très long et aplani.

On sera frappé de la ressemblance des premières feuilles des bulbilles à limbe rudimentaire avec le cotylédon, tandis que les feuilles suivantes ressemblent entièrement aux feuilles normales de la plante adulte.

Les bulbilles sont insérées, à la face externe de la gaine, en une rangée verticale non tout à fait diamétralement opposée au faisceau médian de celle-ci ; elles y ont pris naissance successivement en ordre basipète. En réalité, ce sont des bourgeons axillaires superposés comme ceux du Noyer; mais au lieu d'être échelonnés comme là le long d'un entre-nœud bien développé de la tige, ils sont étagés sur la gaine de la feuille suivante, l'entre-nœud intermédiaire étant quasiment nul.

On peut considérer aussi les bulbilles de l'*Ornithogalum caudatum* comme des bourgeons axillaires pédicellés, semblables à ceux que l'on trouve dans les *Allium vineale* et *Scorodoprasum*, mais à pédicelles concrescents non seulement entre eux, mais aussi avec la gaine suivante. Ces deux interprétations ne s'excluent d'ailleurs nullement; de part et d'autre, il s'agit, en effet, de bourgeons axillaires multiples.

La structure histologique des gaines auxquelles sont réduites les premières feuilles des bulbilles répond entièrement à celle des gaines des feuilles végétatives; il en est de même de la disposition et du trajet des faisceaux. Seulement, dans la première de ces gaines ou préfeuille, l'hypertrophie des mésophylles n'est jamais considérable, il s'y développe peu d'amidon, les faisceaux y sont peu nombreux, il n'y a pas de faisceaux propres à la gaine — tous caractères qu'on a rencontrés aussi dans le cotylédon — et les deux moitiés de la préfeuille sont très inégales; ces caractères de la préfeuille s'effacent peu à peu dans les gaines suivantes pour faire place aux caractères des gaines de feuilles végétatives.

Dans tous ces organes, les faisceaux principaux se terminent

en pointe libre, ce qui semble indiquer qu'ils ont subi un arrêt dans leur développement.

BULBILLES ADVENTIVES.

Les bulbilles adventives se développent sur *tous* les morceaux indistinctement des gaines adultes de feuilles végétatives (ce qui dénote bien leur caractère adventif); mais elles ne naissent que sur les bords basilaires de ces morceaux, ce qui trahit nettement une polarité; enfin il est à remarquer qu'elles se développent uniquement à la face interne tout le long de la section. Tout l'épiderme interne s'est recloisonné et constitue de la sorte une bande de tissu méristématique analogue au placenta des ovaires. Sur cette bande s'élèvent côte à côte des mamelons méristématiques qui sont les futurs plateaux et qui bientôt produisent autour de chacun d'eux des bourrelets circulaires, ébauches des premières feuilles. En même temps apparaît, dans la partie profonde de la bande, un massif libéroligneux qui s'étend, suivant toute la longueur de la bande, comme un faisceau placentaire et qui, comme lui, envoie des branches dans chacun des mamelons en voie de développement. Il arrive parfois que ces branches soient reliées par des anastomoses aux nervures de la feuille mère, mais ce n'est pas toujours le cas, et on peut dire que ces bourgeons adventifs naissent indépendamment de ces nervures.

Ces bulbilles ont la même constitution et presque la même grosseur que les bulbilles normales; seulement, n'étant jamais gênées dans leur développement, elles sont coniques. La première gaîne a la forme d'une cupule à bord un peu plus élevé d'un côté, ou celle d'une cupule à bord très bas d'un côté et très élevé, au contraire, de l'autre, Dans les deux cas, elle ne s'élève guère au delà de la moitié de la bulbille, comme la primine d'un ovule orthotrope incomplètement développé, et l'angle de divergence qu'elle forme avec la feuille suivante est insolite : 45°; mais à partir de celle-ci, l'ordre distique réapparaît. La deuxième feuille est aussi réduite à la gaine en forme de

cupule plus longue que la précédente et à bord beaucoup plus élevé du côté du faisceau médian **M**, formant une sorte de limbe, mais rien encore qui éveille l'idée d'un *acumen*; dans la troisième, celui-ci est rudimentaire. Ces trois feuilles ont manifestement subi un arrêt de développement; les faisceaux s'y terminent en pointe libre, tous dans les deux premières, les principaux dans la troisième. Les feuilles suivantes ont une organisation de plus en plus complète.

Quant à l'histologie des bulbilles adventives, elle est la reproduction exacte de ce que nous avons vu dans les bulbilles normales.

CONCLUSIONS

Les recherches qui font l'objet de ce mémoire ont abouti à des résultats dont quelques-uns méritent d'être mis en évidence.

1. — Au point de vue de l'origine, on peut distinguer quatre sortes de pousses dans l'*Ornithogalum caudatum*, non compris la pousse florifère : celles provenant 1° d'une germination de graine ; 2° du développement d'une bulbille normale ; 3° de celui d'une bulbille adventive ; 4° du bourgeon axillaire non bulbilliforme. Les trois premières sont capables de se développer en plante adulte : ce sont des pousses propagatrices. La quatrième n'apparaît que rarement sur la plante adulte et ne fait que contribuer, semble-t-il, à élaborer les matériaux de réserve nécessaires au bulbe mère et peut-être à fleurir l'année suivante. Dans toutes ces pousses jeunes, les appendices foliaires se montrent disposés suivant un ordre distique imparfait, toujours le même. Il en résulte que l'examen d'une plante adulte ne permet pas de déceler son origine.

2. — Dans l'*Ornithogalum caudatum*, toutes les feuilles comportent essentiellement trois régions : la gaine, le limbe et l'*acumen*. La gaine reste close. Le limbe, dans sa première jeunesse, est extrêmement court et enroulé sur lui-même, ses bords se couvrant l'un l'autre ; à l'état de vernation, cette disposition se maintient tandis que se produit l'accroissement intercalaire ; enfin, à l'état adulte, le limbe est très long et aplani. L'*acumen* prolonge le limbe et résulte d'une augmentation en épaisseur des mésophylles avec réduction, puis disparition, de la face interne ; les faisceaux marginaux extrêmes se rapprochent et se disposent en une ellipse ; l'organe, dès lors, devient massif.

3. — Le cotylédon présente également trois régions : la gaine, le limbe et l'*acumen* conservent durant toute la vie du cotylédon les proportions relatives qui caractérisent la feuille jeune. C'est

ainsi que, dans le cotylédon, le limbe est pour ainsi dire méconnaissable, puisqu'il n'est représenté que par la région de la fente cotylédonnaire. Dès lors, l'*acumen* du cotylédon de l'*Ornithogalum* ne représente nullement un pétiole, comme on l'a admis pour d'autres Monocotylées, ni un limbe comme M. Van Tieghem (**56**, p. 271) l'admet pour les genres *Allium, Lilium, Juncus* et *Asphodelus*.

Quant au suçoir de l'*Ornithogalum*, il n'est que l'extrémité de l'*acumen* et ne peut, par conséquent, être homologué au limbe du cotylédon, comme M. Van Tieghem (**57**, p. 947) le fait pour les Palmiers.

4. — Si la conception précédente est exacte, elle aura pour conséquence de faire admettre que l'organe désigné sous le nom de limbe dans les feuilles de Liliacées, Amaryllidées, etc., n'est pas l'homologue du limbe des Aroïdées, des Palmiers et, en général, des Monocotylées à feuilles nettement pétiolées.

5. — Le cotylédon est parcouru par sept faisceaux, ce qui est un nombre relativement élevé. Beaucoup de cotylédons étroits de Liliacées ne possèdent que deux faisceaux. De ces sept faisceaux, deux beaucoup plus forts que les autres s'étendent de la base au sommet; ils ont été considérés dans ce travail comme étant des faisceaux latéraux (L). Entre ces deux, il existe un faisceau qui, bien que grêle et court, semble être un faisceau médian (M). Cette nomenclature concorde avec l'idée que le cotylédon des Monocotylées est l'homologue d'une seule feuille. Si, plus tard, on doit admettre que ce cotylédon représente deux cotylédons concrescents, il faudra supposer deux faisceaux médians (ceux désignés ici par L) et un faisceau double provenant de la fusion de deux marginaux (celui que j'ai dénommé M). Je pense que cette question de la valeur morphologique du cotylédon unique des Monocotylées ne peut être tranchée par l'examen d'un seul cas, si démonstratif qu'on puisse le supposer.

6. — L'une des trois régions de la feuille ne fait totalement défaut que dans quelques appendices : la gaine aux bractées, le limbe et l'*acumen* aux premières gaines des bulbilles adventives.

7. — Sauf dans les pousses axillaires végétatives, la gaine a toujours une tendance à hypertrophier son parenchyme, qui devient un tissu de dépôt de réserves alimentaires. Le limbe concourt à l'assimilation du carbone, sauf dans le cotylédon, les premières feuilles de la plantule et les premiers appendices des bulbilles normales et adventives. L'*acumen*, malgré sa forme à peu près cylindrique, est également un organe d'assimilation; il remplace le limbe partout où celui-ci n'est pas en état d'élaborer. C'est le cas du cotylédon et des premières feuilles de la plantule; c'est le cas aussi de toutes les feuilles durant les premières phases de leur développement (voir p. 5).

8. — Le développement des tissus d'une feuille se fait aux dépens de trois histogènes, ainsi que l'a montré M. le professeur Gravis pour le *Tradescantia virginica*. Il en résulte l'existence de trois mésophylles distincts, reconnaissables à leurs propriétés histogéniques; le mésophylle moyen, notamment, semble seul capable de produire des faisceaux libéroligneux; ces faits se vérifient dans l'*Ornithogalum caudatum*.

9. — Dans le limbe et dans l'*acumen*, les fonctions aquifères sont confiées aux épidermes et au mésophylle moyen.

10. — Les cellules épidermiques ne renferment jamais, semble-t-il, d'amidon soluble, ainsi que Schenk et Nägeli l'ont trouvé dans d'autres espèces d'*Ornithogalum*.

11. — Les deux moitiés des feuilles d'*Ornithogalum caudatum* ne sont jamais rigoureusement égales. L'inégalité favorise indifféremment l'une ou l'autre moitié suivant les feuilles, en observant toujours une certaine alternance entre feuilles d'une même pousse. Cette asymétrie est liée à l'imperfection de la disposition distique des appendices.

12. — On peut grouper les faisceaux de la feuille d'*Ornithogalum caudatum* en trois catégories : les faisceaux foliaires, qui s'étendent dans toute la longueur des feuilles et pénètrent dans la tige; les faisceaux d'ordre très élevé, propres à la gaine foliaire; les faisceaux bulbillaires qui, issus des bulbilles, traversent une partie de la gaine foliaire bulbifère pour pénétrer finalement dans la tige.

13. — Dans l'aisselle de chaque feuille se trouve un bourgeon. Rarement il est unique et se développe de suite en une pousse végétative insérée normalement, c'est-à-dire dans l'angle entre la tige et la gaine de la feuille mère. Le plus souvent, il y a plusieurs bourgeons transformés en bulbilles concrescentes à la gaine de la feuille suivante, et insérés à diverses hauteurs.

14. — Les bulbilles normales ne sont donc pas des productions adventives ou accidentelles. Ce sont des bourgeons axillaires collatéraux ou superposés qui, faute de place, ne peuvent s'échelonner le long d'un entre-nœud, comme dans les Juglandées, mais sont concrescents, comme il vient d'être dit. Les bulbilles normales peuvent aussi être comparées aux bulbilles pédicellées qu'Irmisch a décrites dans les *Allium vineale* et *Scorodoprasum*; mais leurs pédicelles, concrescents entre eux, sont, en outre, soudés à une gaine foliaire.

15. — Des bulbilles adventives sont susceptibles de se développer expérimentalement ou accidentellement sur des morceaux de gaines adultes. Elles n'apparaissent que sur les sections basales des morceaux, et ce aux dépens d'un recloisonnement actif de l'épiderme interne. Leur mode de formation présente une curieuse analogie avec celle d'ovules orthotropes.

16. — L'accroissement des feuilles de l'*Ornithogalum caudatum* est basipète; on explique ce fait en disant que la partie basilaire d'une feuille en voie de croissance étant très comprimée, la croissance et la différenciation des tissus y est fortement retardée, alors que la partie terminale, pouvant faire saillie par un orifice étroit, s'allonge sous forme d'un *acumen* long parfois de plusieurs décimètres.

17. — Quoi qu'il en soit, l'activité génératrice se fait sentir dans le parenchyme de la gaine foliaire pendant la plus grande partie de l'existence de celle-ci; elle s'y révèle par la formation, vers la périphérie du mésophylle, de faisceaux tardifs aux dépens de cloisonnements tangentiels épars, bien que nombreux. Ceux-ci sont comparables à ceux du périméristème générateur de parenchyme et de faisceaux qui existe à la périphérie des tiges de *Dracoena*, etc.

BIBLIOGRAPHIE

1. **Andersson, S.**, Ueber die Entwickelung der primäre Gefässbundelsstränge der Monokotylen. (*Botan. Centralblatt,* 1889.)

2. **Baillon,** Traité de botanique médicale et pharmaceutique (Phanérogames). Paris, 1884.

3. **Baker, J. G.**, Revision of the Genera and Species of Scilleae and Chlorogaleae. (*Journ. Linn. Soc. Bot.,* t. XIII, 1873.)

4. **Curtis**'s Botanical Magazine, continued by John Sims. Londres, 1805.

5. **De Candolle, A.-P.**, Organographie végétale. Paris, 1827.

6. **Duchartre,** Éléments de botanique. Paris, 1885.

7. **Durand, Th.**, et **Schinz, H.**, Conspectus florae Africae, t. V. Bruxelles, 1895.

8. **Duvernoy, G.**, Untersuchungen über Keimung, Bau und Wachsthum der Monokotyledonen. Stuttgart, 1834.

9. **Ebeling, Max.**, Die Saugorgane bei der Keimung endospermhaltiger Samen. (*Flora,* 1885.)

10. **Gaudichaud, Ch.**, Recherches générales sur l'organographie, la physiologie et l'organogénie des végétaux. Paris, 1841.

11. **Germain de Saint-Pierre, E.**, Nouveau dictionnaire de botanique. Paris, 1870.

12. **Godfrin, J.**, Recherches sur l'anatomie comparée des cotylédons et de l'albumen. (*Ann. sc. nat.,* 6e série, t. XIX, 1884.)

13. **Goebel, K.**, Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane. (*Schenk's Handbuch der Botanik,* Bd III, Heft 1. Breslau, 1884.)

14. **Goffart, J.**, Recherches sur l'anatomie des feuilles dans les Renonculacées. (*Mémoires de la Soc. roy. des sciences de Liège,* 5e série, t. III et IV, 1901-1902, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége,* vol. III, 1901.)

15. **Gravis, A.**, Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica* L. (*Mém. couronnés et mém. des savants étrangers publiés par l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique*, t. LVII, 1898.)

16. **Gravis, A.**, et **Donceel, P.**, Anatomie comparée du *Chlorophytum elatum* et du *Tradescantia virginica*. (*Mém. de la Soc. roy. des sciences de Liége*, 3e série, t. II, 1900, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. II, 1900.)

17. **Guillaud**, Recherches sur l'anatomie comparée et le développement des tissus de la tige dans les Monocotylédones. (*Ann. sc. nat.*, 6e série, t. V, 1878.)

18. **Irmisch, Th.**, Zur Morphologie der monokotylische Knollen- und Zwiebelgewächse. Berlin, 1850.

19. **Jacquin**, Hortus botanicus Vindobonensis, t. I. Vienne, 1770.

20. **Jussieu, A. de**, Mémoire sur les embryons monocotylédonés. (*Ann. sc. nat.*, 2e série, t. XI, 1839.)

21. **Klebs, G.**, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung. (*Untersuchungen aus dem bot. Institut zu Tübingen*, Bd I. Leipzig, 1885.)

22. **Le Maoût** et **Decaisne**, Traité général de botanique. Paris, 1868.

23. **Lenfant, C.**, Contribution à l'anatomie des Renonculacées : Le genre *Delphinium*. (*Mémoires de la Soc. roy. des sciences de Liége*, 2e série, t. XIX, 1896, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. I, 1899.)

24. **Lewin, Maria**, Bidrag till hjertbladets anatomi hos monokotyledonerna. (*Bihang till K. svenska vet.-Akad. handlingar*, Bd XII, Afd. III, n° 3, 1887.)

25. **Lonay, Hyac.**, Contribution à l'anatomie des Renonculacées : Structure des péricarpes et des spermodermes. (*Mémoires de la Soc. roy. des sciences de Liége*, 3e série, t. III, 1901, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. III, 1901.)

26. **Mansion, A.**, Contribution à l'anatomie des Renonculacées. Le genre *Thalictrum*. (*Mémoires de la Soc. roy. des sciences de Liége*, 2e série, t. XX, 1897, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. I, 1899.)

27. **Mercklin, C.-E. de,** Observations sur l'histoire du développement des feuilles. (*Ann. sc. nat.*, 3e série, t. VI, 1846.)

28. **Millardet, A.,** Sur l'anatomie et le développement du corps ligneux dans les genres *Yucca* et *Dracoena*. (*Mémoires de la Soc. impér. des sciences nat. de Cherbourg*, t. XI, 1865.)

29. **Mirbel,** Nouvelles recherches sur les caractères anatomiques et physiologiques qui distinguent les plantes monocotylédones des plantes dicotylédones. (*Ann. du Museum*, t. XIII, 1809.)

30. **Mirbel,** Examen de la division des végétaux en endorhizes et exorhizes. (*Ann. du Museum*, t. XVI, 1810.)

31. **Mirbel,** Éléments de physiologie végétale et de botanique. Paris, 1815.

32. **Moebius,** Untersuchungen über die Stammanatomie einiger einheimischen Orchideen. (*Berichte der deutschen bot. Gesellschaft*, Bd IV, 1886.)

33. **Mohl, H. de,** Sur la formation des stomates. (*Ann. sc. nat.*, 2e série, t. XIII, 1840.)

34. **Nägeli, C.,** Ueber das Wachsthum des Stammes und der Wurzel bei den Gefässpflanzen. (*Beiträge z. wissensch. Botanik*, Heft 1, 1858.)

35. **Nägeli, C.,** Ueber das angebliche Vorkommen von gelöster oder formloser Stärke bei *Ornithogalum*. (*Ibid.*, Heft 2, 1860.)

36. **Naudin,** Résumé de quelques observations sur le développement des organes appendiculaires. (*Ann. sc. nat.*, 2e série, t. XVIII, 1842.)

37. **Queva, C.,** Sur un cas d'accroissement secondaire dans les faisceaux primaires d'une plante monocotylédonée. (*Association française pour l'avancement des sciences*, Congrès de Saint-Étienne, 1897.)

38. **Richard,** Analyse botanique des embryons endorhizes ou monocotylédonés et particulièrement celui des Graminées. (*Ann. du Museum*, t. XVII, 1811.)

39. **Röseler, P.,** Das Dickenwachsthum und die Entwickelungsgeschichte der secundäre Gefässbündel bei den baumartigen Lilien. (*Pringsheim's Jahrbücher f. wiss. Botanik*, Bd XX, 1889.)

40. **Sachs, J.,** Ueber die Keimung des Saamens von *Allium Cepa*. (*Bot. Zeitung*, 1863.)

41. **Sachs, J.**, Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie. II. Auflage. Leipzig, 1887.

42. **Saint-Hilaire, A. de**, Leçons de botanique comprenant principalement la morphologie végétale. Paris, 1840.

43. **Sargant Ethel**. The origin of the seedleaf in Monocotyledons. (*The new Phytologist*, t. I, nº 5, 1902.)

44. **Schenk**, Ueber formlose Stärke. (*Bot. Zeitung*, 1857, p. 497.)

45. **Schenk**, Ueber formlose Stärke. (*Ibid.*, p. 555.)

46. **Schleiden**, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. Leipzig, 1845.

47. **Schubert, A.**, Pflanzenkunde. Berlin, 1888.

48. **Steinheil, A.**, Observations sur le mode d'accroissement des feuilles. (*Ann. sc. nat.*, 2ᵉ série, t. VIII, 1837.)

49. **Sterckx, R.**, Contribution à l'anatomie des Renonculacées. Tribu des Clématidées. (*Mémoires de la Soc. roy. des sciences de Liége*, 2ᵉ série, t. XX, 1897, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. I, 1899.)

50. **Sterckx, R.**, Recherches anatomiques sur l'embryon et les plantules dans la famille des Renonculacées. (*Mémoires de la Soc. roy. des sciences de Liége*, 3ᵉ série, t. II, 1900, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. II, 1900.)

51. **Thiselton Dyer**, Flora capensis, t. VI. Londres, 1897.

52. **Thunberg, C.**, Flora capensis, *édition Schultes*. Stuttgart, 1823.

53. **Tschirch, A.**, Physiologische Studien über die Samen, insbesondere die Saugorgane derselben. (*Ann. du Jardin bot. de Buitenzorg*, vol. IX, 2ᵉ partie, 1891.)

54. **Trécul, A.**, Mémoire sur la formation des feuilles. (*Ann. sc. nat.*, 3ᵉ série, t. XX, 1853.)

55. **Turpin, P.-J.-Fr.**, Mémoire sur la possibilité d'obtenir un jour, à volonté, la reproduction d'un végétal phanérogame, etc. (*Ann. sc. nat.*, t. XXIII. Paris, 1823.)

56. **Van Tieghem, P.**, Observations anatomiques sur le cotylédon des Graminées. (*Ann. sc. nat.*, 5ᵉ série, t. XV, 1872.)

57. **Van Tieghem, P.**, Traité de botanique, 2ᵉ édition. Paris, 1891.

PLANCHES

ABRÉVIATIONS EMPLOYÉES DANS LES FIGURES.

a.	*Acumen.*	L.	Faisceau latéral.
bu.	Bulbilles.	m.	Moyen.
chl.	Chlorophyllien.	*m.*	Faisceau marginal.
cot.	Cotylédon.	M.	Faisceau médian.
e.	Externe.	Més.	Mésophylle.
Ep.	Épiderme.	niv.	Niveau.
f. ou fig.	Figure.	R.	Racine.
F.	Feuille.	Ra.	Cellule à raphides.
g.	Gaine.	Sp.	Spermoderme.
i.	Interne.	st.	Stomate.
i	Faisceau intermédiaire.	Su.	Suçoir.
inc.	Incolore.	Sub.	Suber.
l.	Limbe.		

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Feuille végétative.

Fig. 1. — Feuille végétative complète (p. 11).

Fig. 2. — Coupe transversale dans la gaine de la feuille précédente au niveau η (p. 13).

Fig. 3. — Coupe transversale au milieu de la région dorsale d'une gaine de 20 centimètres de circonférence, comprenant $^1/_{10}$ de celle-ci.

Fig. 4. — Partie de gaine âgée portant deux bulbilles (p. 16).

Fig. 5. — Coupe transversale de la précédente en dessous de l'insertion des bulbilles. Les faisceaux bulbillaires sont marqués d'un petit trait au dos (p. 16).

Fig. 6. — Coupe transversale au-dessus de l'insertion des bulbilles (p. 16).

Fig. 7. — Coupe transversale au niveau ζ de la feuille complète [base du limbe] (p. 17).

Fig. 8. — Voir planche II.

Fig. 9. — Coupe transversale dans le limbe d'une feuille très jeune [cf. fig. 61, pl. V] (p. 19).

Fig. 10. — Coupe transversale dans le limbe ayant moins de 1 centimètre de longueur d'une jeune feuille (p. 19).

Fig. 11. — Coupe transversale d'une gaine âgée; partie périphérique comprenant un petit faisceau (p. 20).

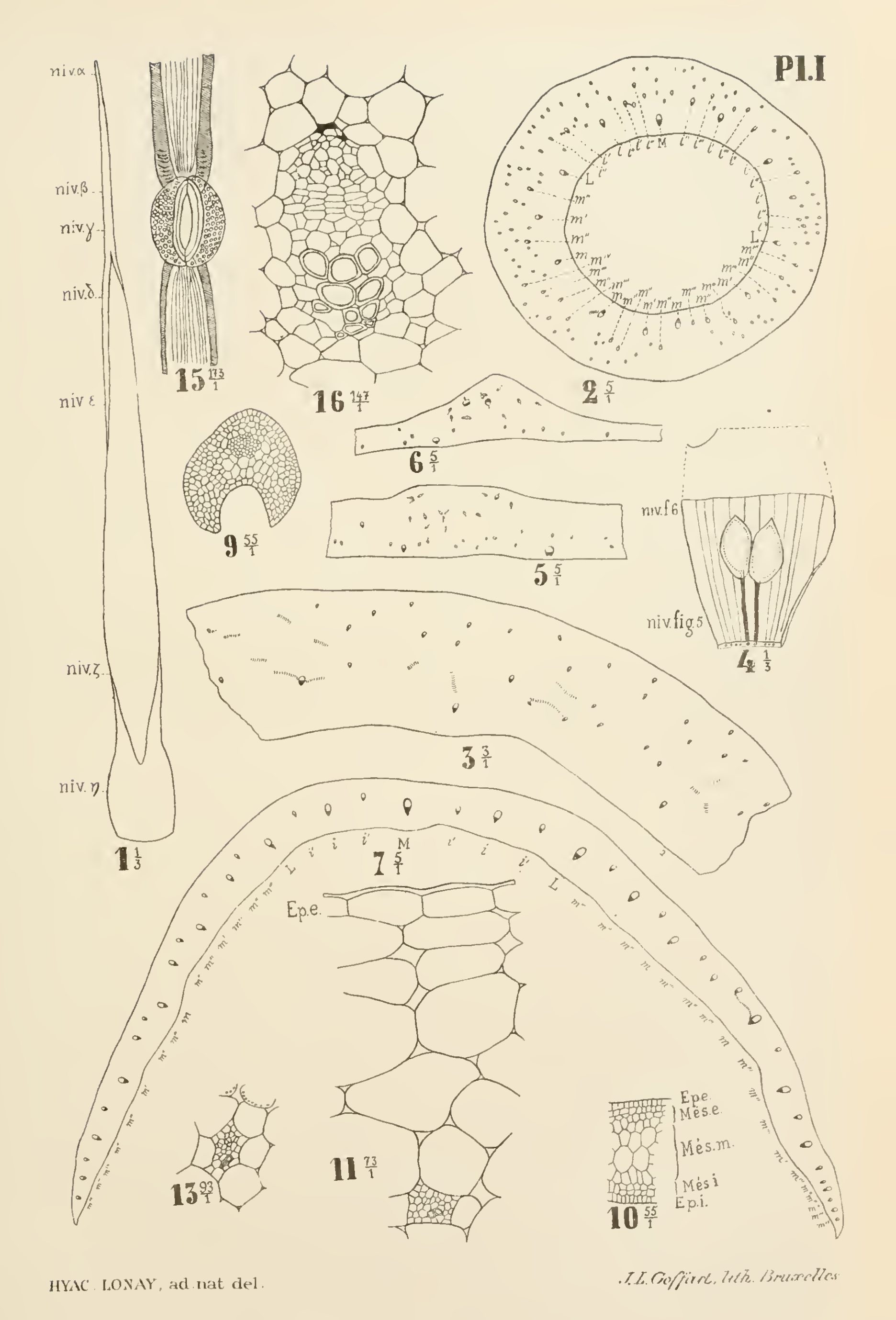
Fig. 12. — Voir planche II.

Fig. 13. — Détail de la figure 7; un petit faisceau m''' (p. 21).

Fig. 14. — Voir planche II.

Fig. 15. — Un stomate vu de face (p. 22).

Fig. 16. — Un faisceau m de la figure 2 (p. 23).

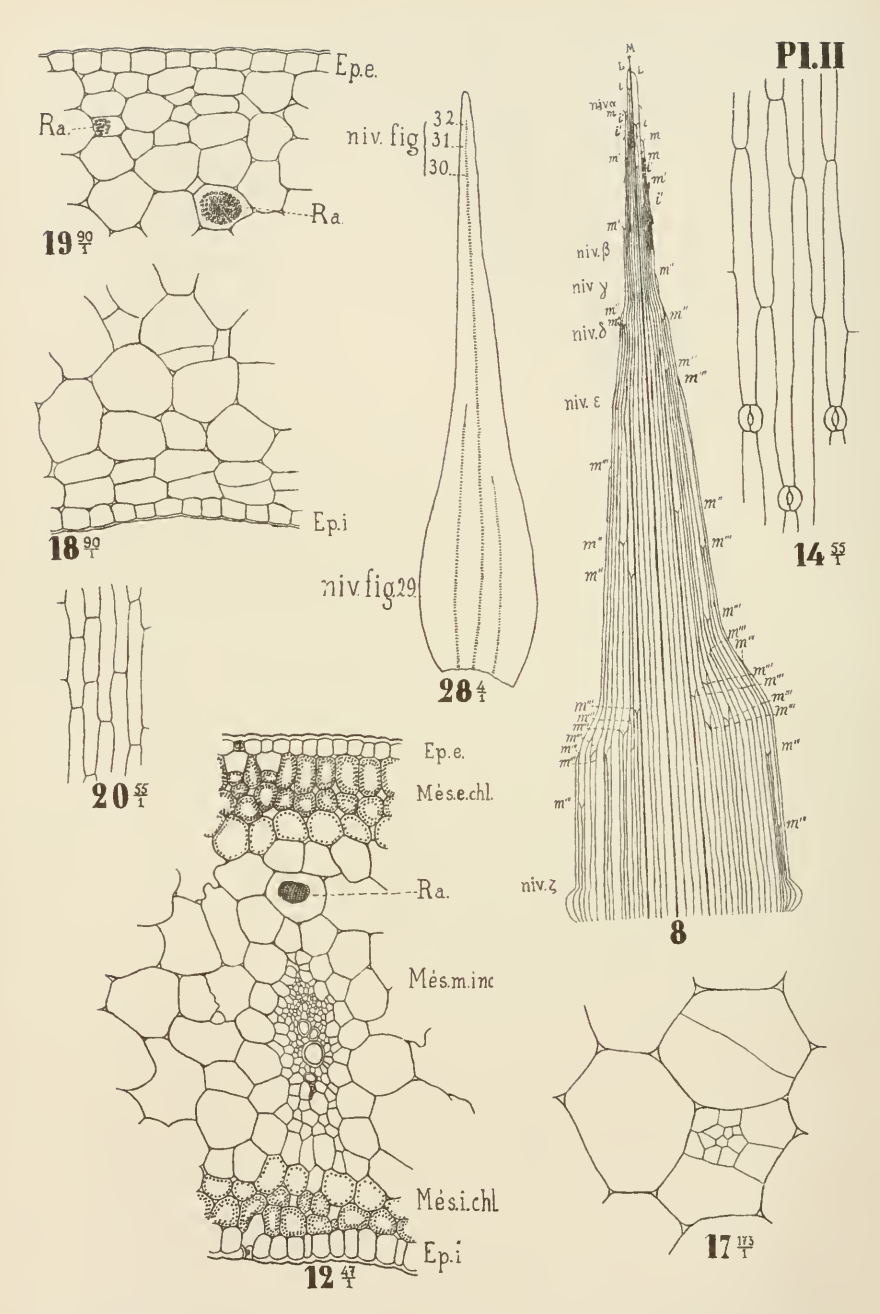


HYAC. LONAY, ad nat del.

J.L. Goffart, lith. Bruxelles

ORNITHOGALUM CAUDATUM

Feuille végétative.



HYAC LONAY, ad nat del — J. L. Goffart, lith. Bruxelles.

ORNITHOGALUM CAUDATUM

Fig. 8. 12. 14. 17 à 20: Feuille végétative. Fig. 28: Bractée.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Feuille végétative (suite).

Fig. 8. — Parcours des faisceaux dans une feuille complète (p. 19).

Fig. 9 à 11. — Voir planche I.

Fig. 12. — Détails de la figure 7 ; partie comprenant un gros faisceau *m* (p. 21).

Fig. 13. — Voir planche I.

Fig. 14. — *Ep. e* d'un limbe de feuille adulte vu de face (p. 22).

Fig. 15 et 16. — Voir planche I.

Fig. 17. — Un petit faisceau au stade procambial dans une gaine jeune (p. 23).

Fig. 18. — Coupe transversale des épiderme et mésophylle externes d'une gaine jeune (p. 23).

Fig. 19. — Coupe transversale des épiderme et mésophylle internes d'une gaine jeune (p. 24).

Fig. 20. — *Ep. e.* de la gaine adulte vu de face (p. 24).

Fig. 21 à 27. — Voir planche III.

Bractée.

Fig. 28. — Une bractée (p. 31).

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Feuille végétative (suite).

Fig. 21. — Coupe transversale au niveau δ (limbe) de la feuille de la figure 1 (p. 25).

Fig. 22 à 26. — Coupes transversales à des niveaux intermédiaires à δ et β (p. 25).

Fig. 27. — Coupe transversale au niveau β (*acumen*) de la même feuille (p. 25).

Bractée (suite).

Fig. 28. — Voir planche II.

Fig. 29. — Coupe transversale à la base d'une bractée (p. 31).

Fig. 30 à 32. — Voir planche IV.

Plantule.

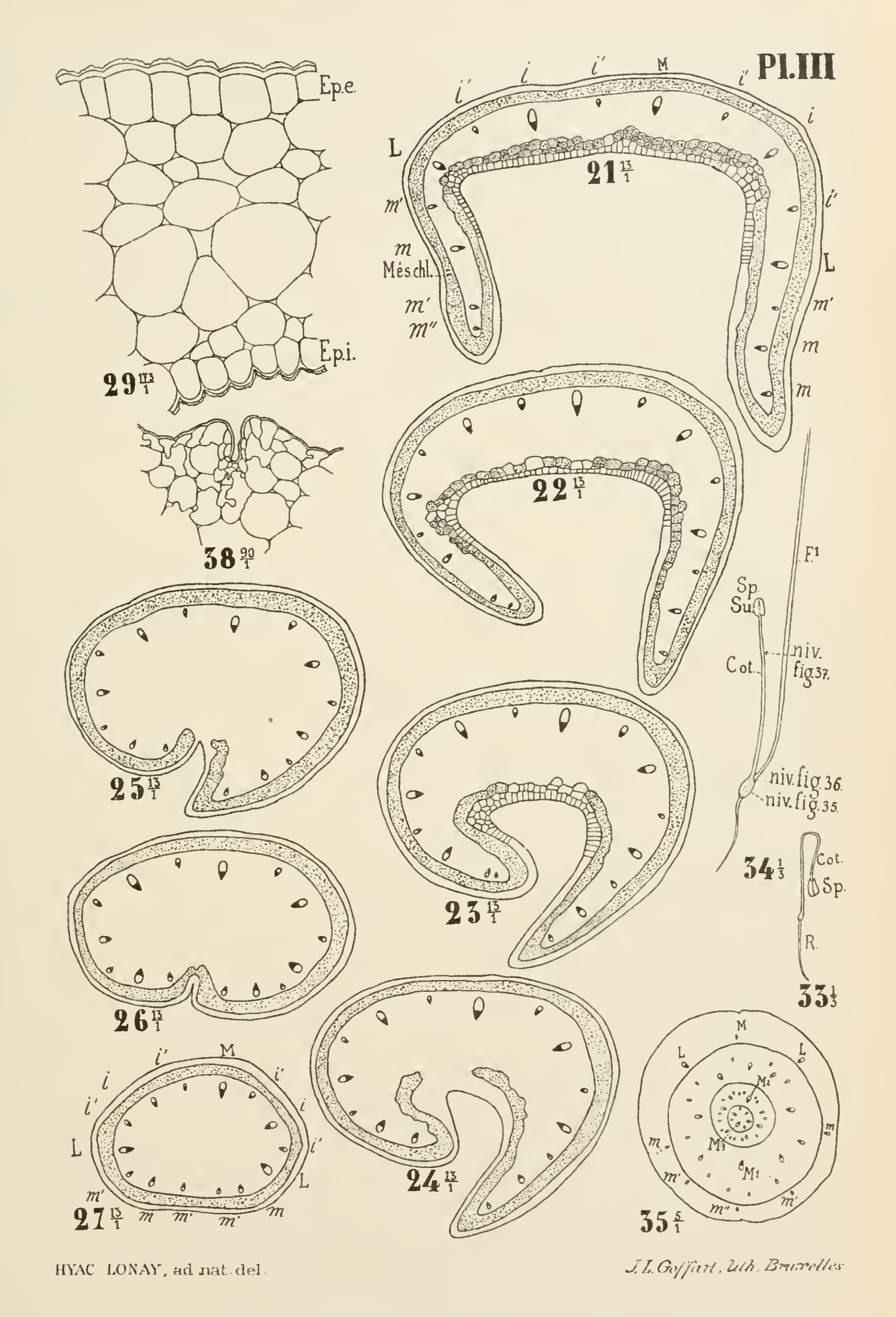
Fig. 33. — Une plantule avant le développement de la feuille 1 (p. 33).

Fig. 34. — Plantule ayant développé la feuille 1 (p. 33).

Fig. 35. — Coupe transversale au milieu du bulbe de la plantule précédente (p. 33).

Fig. 36 et 37. — Voir planche IV.

Fig. 38. — Voisinage du repli médian dorsal au niveau de la figure 37 (p. 36).

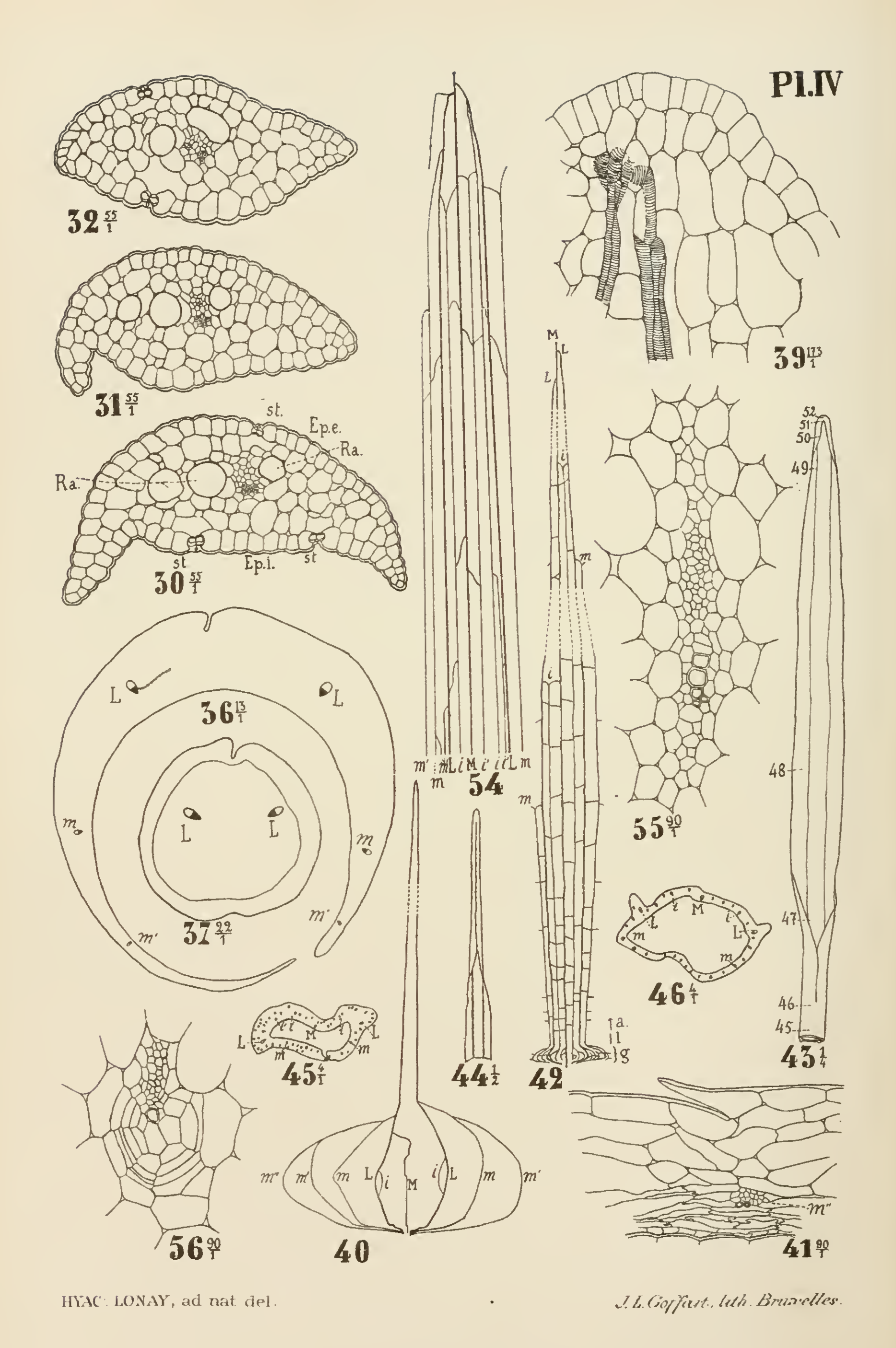


HYAC LONAY, ad nat. del.

J. L. Goffart, lith. Bruxelles

ORNITHOGALUM CAUDATUM

Fig 21 à 27: Feuille végétative.. Fig 29. Bractée.. Fig. 33, 34, 35 et 38: Cotylédon.



HYAC: LONAY, ad nat del.

J. L. Goffart, lith. Bruxelles.

ORNITHOGALUM CAUDATUM

Fig. 30 à 32: Bractée. Fig 36 à 41: Cotylédon. Fig 42: Feuille 1 de la plantule. Fig 43 à 56: Pousse axillaire.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

Bractée (suite).

Fig. 30, 31 et 32. — Coupes transversales à des niveaux de plus en plus rapprochés du sommet de la bractée (p. 31).

Plantule (suite).

Fig. 33 à 35. — Voir planche III.

Fig. 36. — Coupe transversale au niveau du limbe du cotylédon (p. 33).

Fig. 37. — Coupe transversale vers le quart supérieur de l'*acumen* du cotylédon (p. 34).

Fig. 38. — Voir planche III.

Fig. 39. — Coupe longitudinale dans le sommet du suçoir (p. 35).

Fig. 40. — Parcours des faisceaux dans le cotylédon (p. 35).

Fig. 41. — Détails de la figure 35 au voisinage du faisceau m'' (p. 34).

Fig. 42. — Parcours des faisceaux dans la feuille 2 d'une plantule (p. 38).

Pousse axillaire.

Fig. 43. — Préfeuille d'une pousse axillaire. Les numéros qui accompagnent le dessin indiquent les niveaux des figures correspondantes (p. 40),

Fig. 44. — Extrémité de la feuille 2 d'une pousse axillaire (p. 41).

Fig. 45 et 46. — Coupes transversales aux deux niveaux de la gaine de la préfeuille indiqués dans la figure 43 (p. 42).

Fig. 47 à 53. — Voir planche V.

Fig. 54. — Parcours des faisceaux dans la partie supérieure de l'*acumen* de la feuille 2 de la pousse axillaire (p. 43).

Fig. 55. — Un faisceau L dans le milieu du limbe de la préfeuille (p. 44).

Fig. 56. — Un faisceau de la préfeuille muni d'une boucle ligneuse à l'état de procambium (p. 44).

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

Pousse axillaire (suite).

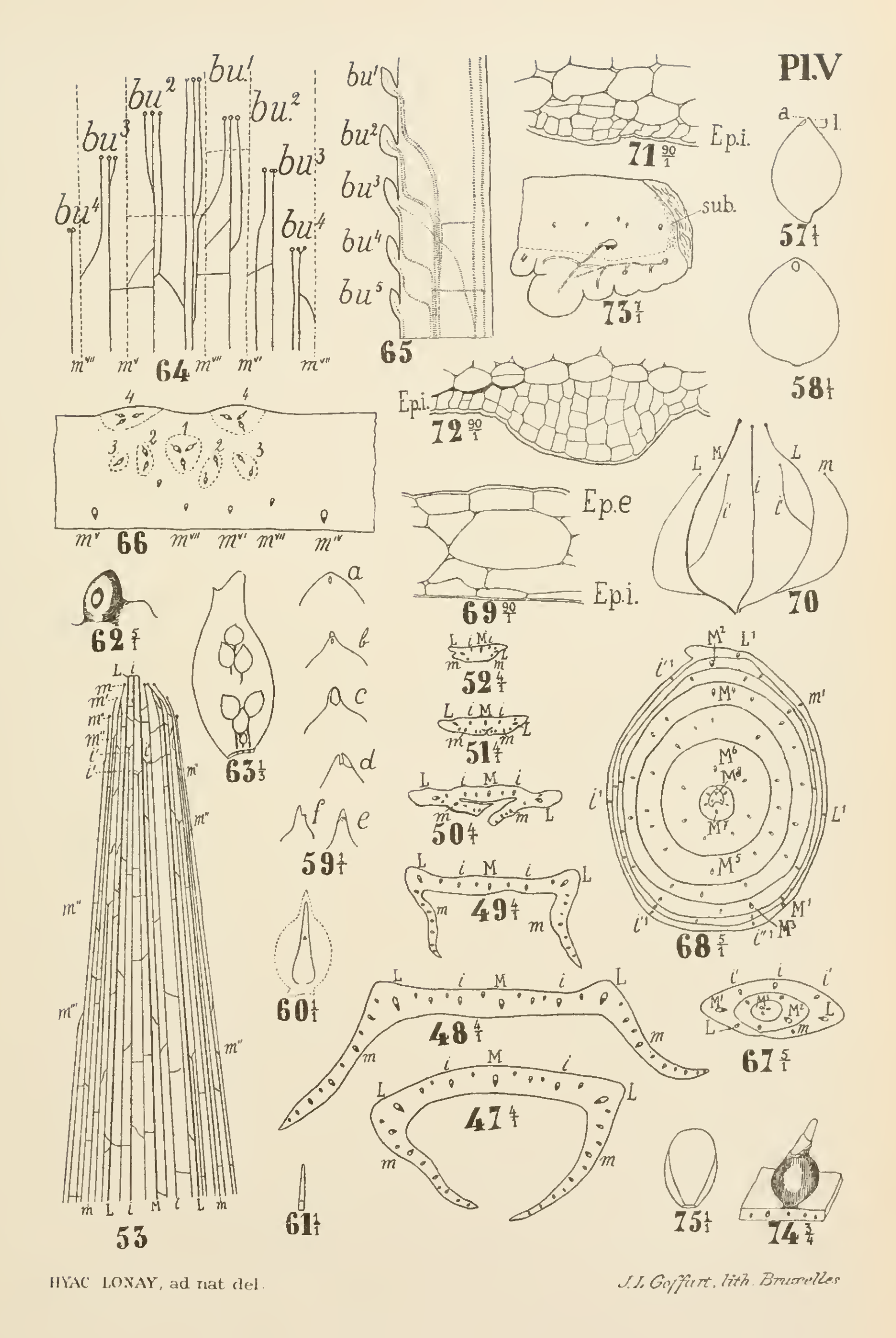
Fig. 47, 48, 49, 50, 51 et 52. — Coupes transversales dans le limbe et l'*acumen* de la préfeuille aux niveaux indiqués dans la figure 45 (p. 45).
Fig. 53. — Parcours des faisceaux dans la partie supérieure de la préfeuille (p. 45).
Fig. 54 à 56. — Voir planche IV.

Bulbille normale.

Fig. 57. — Une bulbille vue de profil (p. 47).
Fig. 58. — Une bulbille vue de face (p. 47).
Fig. 59. — Sommets des feuilles successives d'une bulbille (p. 47) :
a. — F. 2 vue par sa face ventrale (face antérieure de la bulbille);
b. — F. 3 vue par sa face ventrale (postérieure de la bulbille);
c. — F. 4 vue par sa face ventrale (antérieure);
d. — F. 4 vue de profil;
e. — F. 5 vue par sa face ventrale (postérieure);
f. — F. 5 vue de profil.
Fig. 60. — F. 6 vue par sa face ventrale (antérieure) (p. 47).
Fig. 61. — F. 7 vue par sa face ventrale (postérieure) (p. 48).
Fig. 62. — F. 8 en forme de bourrelet entourant obliquement le sommet végétatif de la tige (p. 48).
Fig. 63. — Partie bulbillifère d'une gaine âgée (p. 48).
Fig. 64. — Schéma du parcours des faisceaux bulbillaires dans une gaine vue de face (p. 49).
Fig. 65. — Schéma représentant le profil du précédent (p. 49).
Fig. 66. — Coupe transversale schématisée de la partie bulbillifère d'une gaine adulte en dessous de l'insertion des bulbilles 4. Les numéros des groupes de faisceaux correspondent à ceux des bulbilles dans lesquelles ils se rendent (p. 49).
Fig. 67. — Coupe transversale d'une bulbille un peu en dessous du limbe de la préfeuille (p. 51).
Fig. 68. — Coupe transversale dans une bulbille adulte (p. 52).
Fig. 69. — Détail de structure de la préfeuille dans la coupe précédente (p. 53).
Fig. 70. — Parcours des faisceaux dans une bulbille normale (p. 52).

Bulbille adventive.

Fig. 71. — Premiers cloisonnements dans l'*Ep. i.* d'un morceau de gaine charnue (p. 56).
Fig. 72. — Formation d'un mamelon, ébauche d'une bulbille adventive (p. 56).
Fig. 73. — Insertion des bulbilles le long d'une bande de méristème adventif (p. 57).
Fig. 74. — Une bulbille adventive (p. 57).
Fig. 75. — Une préfeuille écailleuse vue par la face ventrale (p. 57).



HYAC LONAY, ad nat del.

J. J. Goffart, lith. Bruxelles

ORNITHOGALUM CAUDATUM

Fig. 47 à 53: Pousse axillaire. _Fig. 57 à 70: Bulbille normale. _Fig. 71 à 75: Bulbille adventive

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE IV. — **Les bulbilles.**

RÉSUMÉ.

ANALYSE COORDONNÉE DES TRAVAUX

RELATIFS A

L'ANATOMIE DES TÉGUMENTS SÉMINAUX

Ab ovo...

PAR

Hyac. LONAY

ASSISTANT A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE
PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DES SCIENCES DE LIÉGE
MEMBRE CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ
DES SCIENCES, DES ARTS ET DES LETTRES DU HAINAUT.

MONS
IMPRIMERIE DEQUESNE-MASQUILLIER & FILS
1904

*Extrait des Mémoires et Publications
de la Société des Sciences, des Arts et des Lettres
du Hainaut*

VIe SÉRIE, TOME VI
56e VOLUME

ANALYSE COORDONNÉE DES TRAVAUX
RELATIFS A
L'ANATOMIE DES TÉGUMENTS SÉMINAUX

Ab ovo...

INTRODUCTION.

L'étude de la structure anatomique des péricarpes et surtout des spermodermes a fait l'objet de travaux relativement nombreux, si l'on considère le laps de temps restreint qui s'est écoulé depuis que ce genre d'études a pris un certain essor. Celui-ci ne remonte guère à plus de vingt-cinq ans et la plupart des auteurs s'accordent à dire que le retard apporté dans l'éclosion de ce chapitre de l'anatomie spéciale des plantes est dû aux réelles difficultés qui sont inhérentes à ces sortes de recherches, difficultés que l'on peut mettre sur le compte principalement de la grande diversité que les spermodermes montrent dans leur structure, de la grande complication de celle-ci et aussi de ce fait que, dans tout le règne végétal, il n'est guère de tissus qui subissent des différenciations aussi variées et aussi compliquées que ceux des spermodermes.

Un des premiers motifs qui ait amené des observations dans cette direction, était le désir des pharmacologues de caractériser les objets de leurs études et de leurs manipulations à l'aide du microscope, d'une manière aussi exacte

que possible, de façon à pouvoir les distinguer aisément les uns des autres. C'est ainsi que furent publiés toute une série de mémoires ayant trait à la pharmacognosie, les uns d'une portée générale, mais renfermant des données sur l'anatomie des spermodermes de graines employées en pharmacie, les autres s'occupant plus spécialement de l'ensemble de celles-ci, d'autres enfin consistant en des recherches limitées simplement à une ou à quelques graines seulement. Parmi les auteurs de travaux de cette catégorie présentant quelque intérêt, nous citerons notamment Gris (*69*), Berg (*17*), Fluckiger (*59*), Garcke (*61*), von Schroff (*263*), Gressner (*68*), Wiesner (*272*), Herlant (*102*), Lojacono (*144*), Hartwich (*89*), Voigt (*255*), Hanausek (*85*, *86*, *87*, *88*), Moeller (*161*), von Bunge (*259*), Schimper (*212*), Korzschinsky (*129*), Morel (*165*), Licopoli (*138*), Blondel (*22*), Briosi et Torquato (*28*), Macchiati (*148*, *149*), Neri (*167*), Macé (*150*), Kayser (*120*, *121*), Lindau (*140*), Claes et Thyes (*43*, *44*), Hallström (*84*), Ichimura (*111*), Jeliffe (*112*), Pfitzer et Meyer (*193*), Schlotterbeck (*217*), Schade (*211*), Vogl (*254*), Cavara (*39*), Tischler (*233*), etc.

Au point de vue agronomique, la connaissance de l'anatomie des spermodermes et des péricarpes était d'une importance non moins grande. L'état de pureté des graines du commerce agricole, des substances alimentaires pour les bestiaux, etc., et, partant, leur plus ou moins grande inocuité étaient rendus facilement reconnaissables par la méthode microscopique. C'est à cette connaissance que voulurent contribuer entre autres Schleiden (*214*, *215*), Schroeder (*219*), Sorauer (*226*), Nobbe (*172*), Wittmack (*275*), Sempolowski (*221*), Kudelka (*132*), Kuhn (*133*), Von Höhnel (*260*), Koch (*125*, *126*, *127*), Beck (*15*), Petermann (*190*), Von Bretfeld (*257*), Harz (*91*), Benecke (*16*), Zoebl (*276*, *277*), Van den Berghe (*243*), Claes et Thyes (*45*), Nestler et Stoklasa (*168*) et Guérin (*71*, *72*, *73*).

A cette pléiade de chercheurs s'adjoignirent bientôt des observateurs stimulés par un intérêt purement scientifique et qui tentèrent de faire ressortir les caractères permettant de grouper les plantes suivant les classes, les familles et les genres, caractères tirés uniquement de la structure des enveloppes des fruits ou des graines.

Malheureusement, la grande majorité des auteurs qui se sont occupés de ces recherches à ces divers titres, ne se préoccupèrent pas de savoir l'origine des tissus si variés qui entrent dans la constitution de ces enveloppes ; tout au plus s'en tinrent-ils à des suppositions plus ou moins bien fondées à cet égard, ce qui ne contribua pas peu à augmenter les divergences d'opinions qui s'élevèrent au sujet de la valeur morphologique de ces tissus et à multiplier les erreurs qui devaient forcément résulter de l'emploi d'une méthode aussi arbitraire que celle fournie par la simple observation de l'état mûr. Une autre cause d'erreurs résidait aussi dans l'emploi abusif de termes sans signification bien précise, tels entre autres que *testa* et *tegmen*, qui varient d'acception suivant les auteurs et que l'on applique à des couches d'origine variable.

Mieux avisés que leurs confrères, un certain nombre de botanistes comprirent tout l'avantage qui devait résulter de l'étude du développement des tissus, tant au point de vue de l'anatomie comparée que de la connaissance des causes qui président à la transformation des organes et de leur texture ; l'application de cette façon de procéder devait d'ailleurs être une garantie de l'exactitude des observations, les divers stades du développement étant comme des jalons sur lesquels l'œil de l'observateur doit forcément s'arrêter, et qui doivent se contrôler les uns les autres. C'est ce qui est cause actuellement, qu'on ne s'arrête que très subsidiairement, et avec raison, aux descriptions d'auteurs n'ayant examiné que le stade de la maturité. Celles-ci ne se publient, d'ailleurs, plus qu'exceptionnellement à présent. Aussi pouvons-nous

déjà recourir à un assez grand nombre de travaux dans lesquels l'histoire du développement est prise en considération. Parmi les plus marquants, citons, dans l'ordre chronologique : Schleiden (*214*, *215*), Gris (*69*), Dutailly (*54*), Hegelmaier (*95*), Lohde (*142*), Chatin (*41*), Solms-Laubach (*224*, *225*), Kudelka (*132*), Fickel (*58*), Haberlandt (*82*), Koch (*125*, *126*, *127*), Bertrand (*18*, *18bis*), Röber (*204*), Warming (*266*), Vesque (*250*, *251*), Lotar (*147*), Bachmann (*10*, *11*), Af. Klercker (*3*), Voigt (*255*, *256*), Tschierke (*235*), Raunkaier (*203*), Jumelle (*117*), Brandza (*25*, *26*, *27*), Guignard (*78*, *79*, *80*), Mattirolo et Buscalioni (*154*, *155*), Meunier (*158*, *159*, *160*), Lindau (*140*), Lignier (*139*), Tanfani (*231*), Gibelli et Ferrero (*64*, *65*), Rolfs (*206*), Wilczek (*273*), Kayser (*121*, *123*), Buscalioni (*36*), Rodrigue (*205*), Grütter (*70*), Schlotterbeck (*217*), Schwere (*220*), Bille (*19*), Schade (*211*), Pfäfflin (*191*), Van Tieghem (*245*, *246*, *247*, *248*), Weberbauer (*267*), Guérin (*71*, *72*, *73*, *74*, *75*, *76*, *77*), Tischler (*233*), Billings (*20*), Decrock (*50*), Lang (*134*), Lonay (*145*), Ducamp (*53*), Montemartini (*164*), Péchoutre (*188*).

Cependant beaucoup de ces derniers travaux ne sont pas exempts d'erreurs parfois nombreuses et grossières. On doit en rechercher la cause dans ce fait que les auteurs se contentent de comparer la structure de la graine mûre avec celle de l'ovule dans la fleur épanouie, supputent, de l'un à l'autre de ces stades, les changements qui doivent, selon les probabilités, survenir dans la constitution des diverses parties de l'ovule. Ces négligences d'observation sont d'un effet des plus funestes, car elles sont de nature à inspirer sinon une certaine méfiance au sujet des résultats acquis à la science, tout au moins des appréhensions au futur chercheur quant aux déductions qu'il serait amené à tirer au point de vue de l'anatomie comparée des graines des diverses familles végétales.

Et pourtant les avertissements et les conseils n'ont pas fait défaut pour ce qui concerne cette partie de l'anatomie. Dès 1827, Brongniart, dans un livre mémorable, écrivait (*32*, p. 104) : « L'étude de la graine parfaite laisse toujours beaucoup de doute sur ce genre d'analyse, parce que tantôt ces membranes se soudent plus ou moins intimement, tantôt, au contraire, la même membrane, étant formée de deux couches de texture différente, peut être regardée comme double. L'étude des changemens qui s'opèrent dans l'ovule depuis le moment de l'imprégnation jusqu'à l'époque où, arrivé à son état parfait, il prend le nom de graine, peut donc seule nous éclaircir sur la distinction des divers téguments de la graine ».

Schleiden, dans un style assez véhément (*216*, p. 386), fait aussi savoir, en 1850, que « on peut à peine se faire une idée d'une plus grande confusion que celle qui règne dans l'étude des téguments séminaux; observer, dit-il, comment les choses se forment, ce qu'elles signifient pour les plantes, peu le font, et la plupart des botanistes laissent de côté ces rares observateurs tels que Brongniart, Rob. Brown, Mirbel, etc. ». Il faut croire que le savant naturaliste allemand a lui-même été laissé de côté ; car il a fallu que, plus récemment, Strasburger (*229*), Bertrand (*18*, *18*bis) et Guignard (*78*), entre autres, reprissent la thèse de leur devancier et joignissent l'exemple au précepte pour amener la plupart des observateurs contemporains à suivre « pas à pas » les changements souvent si considérables qui s'opèrent dans les tissus de l'ovule pendant sa transformation en graine.

Le plus bel exemple de ce genre est l'œuvre de Guignard (*78*, *79* et *80*), par laquelle on peut se convaincre que des similitudes d'aspects combinées avec l'affinité plus ou moins grande des espèces, ne nous permettent pas de conclure par analogie, tant il est nécessaire de rejeter les jugements *à priori*. J'ai eu l'occasion (*145*) de reconnaitre le bien fondé de

cette proposition. Meunier, Lignier, Mattirolo et Buscalioni, Kayser, Rodrigue, Grütter, Solms-Laubach, Guérin, Decrock, Montemartini et Péchoutre peuvent être cités à la suite de Guignard au point de vue de la scrupuleuse observation du développement qu'attestent leurs publications. C'est par de tels travaux que la science peut s'enrichir de faits solidement établis ; ce sont eux qui pourront servir à en tenter la synthèse.

Quoi qu'il en soit, les travaux déjà assez nombreux que nous venons de passer en revue, sont difficilement comparables entre eux, ayant été faits à des points de vue différents, et surtout encore parce que la nomenclature varie au plus haut point de l'un à l'autre.

M'étant occupé de la structure anatomique des fruits et des graines de Renonculacées, je me suis heurté, de ce chef, à de nombreux obstacles. J'ai pensé que le moment était venu de résumer toutes les recherches concernant la structure des téguments séminaux, en suivant l'ordre des familles végétales et en adoptant une nomenclature uniforme qui en rende la comparaison aisée, partout où cette structure a été étudiée.

GÉNÉRALITÉS.

Avant d'analyser l'organisation des graines dans les diverses familles de plantes, il me parait indispensable de fixer les idées sur les rapports qui existent entre l'ovule et la graine.

Prenons, par exemple, une fleur de Rhubarbe. Au fond de la cavité de l'ovaire se dresse un ovule unique, lequel présente, comme on sait, une organisation assez complexe déjà. On y reconnait un mamelon central plus ou moins conique, le *nucelle* et deux téguments, la *primine* ou tégument externe et la *secondine* ou tégument interne. Ceux-ci sont insérés à la base du nucelle, dans la région nommée *chalaze* ; ils l'enveloppent étroitement en laissant au sommet une petite ouverture que l'on appelle *micropyle*. La base étranglée de l'ovule porte le nom de *hile*. Souvent, ce dernier se prolonge en un court support qui est le *funicule*. Le hile et le micropyle se trouvent chacun à une des extrémités d'une même droite.

Cet ovule droit, que l'on peut comparer à un coquetier muni de son œuf, est qualifié d'*orthotrope*.

Dans d'autres plantes, au contraire, le corps principal de l'ovule est recourbé à près de 180°, la courbure affectant les téguments et le nucelle à la fois. Le hile se trouve ainsi immédiatement en dessous de la chalaze et ces deux régions sont ramenées latéralement au même niveau, souvent, que le micropyle. L'ovule ainsi constitué est dit *campylotrope*.

Mais de tous les cas, le plus fréquent est celui de l'ovule *anatrope*. On appelle ainsi l'ovule dont le corps principal restant droit, les deux extrémités de son axe rectiligne étant occupées par le micropyle d'une part et par la chalaze d'autre part, celle-ci est éloignée du hile de toute la longueur de l'ovule, le hile étant au niveau du micropyle. La

région interposée entre le hile et la chalaze forme alors une côte le long d'un côté de l'ovule, concrescente avec celui-ci, et qui s'appelle le *raphé*. L'ovule, avec le raphé, ressemble alors plus ou moins à une tête de pipe courbée.

Quelle que soit la forme de l'ovule, le nucelle en est la partie principale par le rôle qu'il est appelé à jouer, lui ou du moins un de ses éléments constitutifs nommé *sac embryonnaire* et dans lequel s'accomplissent les phénomènes de la fécondation de l'œuf et du développement primordial de l'embryon destiné à devenir plus tard une plante nouvelle. Ce sac embryonnaire a la forme d'une vésicule relativement grande, parfois très grande même, ovale ou plus ou moins oblongue, s'agrandissant, dans nombre de cas, jusqu'à résorber presque entièrement tout le corps nucellaire.

C'est de l'accroissement du sac embryonnaire, et surtout de l'embryon qui s'y développe, que dépendent principalement les changements qui surviennent dans la constitution de l'ovule et qui conduisent petit à petit à la structure définitive de la graine. Celle-ci se compose d'ailleurs des mêmes parties que l'ovule. Ces dernières sont, il est vrai, profondément modifiées, l'une ou l'autre d'entre elles peuvent même disparaitre dans le cours du développement de la graine.

Cet ensemble de phénomènes amènent, en dernière analyse, des structures variées à l'infini. Ce sont elles que nous avons cherché à résumer dans le présent travail. Ce résumé est, comme il a été dit plus haut, le résultat de l'analyse de travaux nombreux, assez souvent contrôlés par des observations personnelles, ainsi que de recherches originales. Je me suis surtout attaché aux ouvrages reflétant une observation minutieuse et exacte des détails. Certes, l'avenir réserve encore bien des découvertes dans ce champ de recherches ; mais les faits acquis sont déjà assez nombreux pour en justifier le groupement en une sorte de synthèse.

Nous envisagerons, tour à tour, les principales familles des plantes phanérogames, d'après l'ordre suivi dans la flore analytique de Delogne [1].

Dans l'exposé qui va suivre, nous aurons constamment à désigner les différentes couches cellulaires qui forment les trois parties de l'ovule ou de la graine. Pour éviter les longueurs, nous avons adopté un système d'abréviations déjà admis dans quelques uns des travaux consultés et dont voici l'explication :

Ep. e. P. = Épiderme externe de la primine ; c'est l'assise la plus externe des cellules de ce tégument.

T. f. P. = Tissu fondamental de la primine ; ce sont les assises cellulaires interposées entre l'*Ep. e. P.* et la suivante.

Ep. i. P. = Épiderme interne de la primine ; c'est l'assise la plus profonde de ce tégument.

Ep. e. S. = Épiderme externe de la secondine.

Tf. S. = Tissu fondamental de la secondine.

Ep. i. S. = Épiderme interne de la secondine.

Ep. N. = Épiderme du nucelle.

T. f. N. = Tissu fondamental du nucelle ; nous appellerons ainsi les assises interposées entre la précédente et le sac embryonnaire ou l'albumen (= *Alb.*) lequel d'ailleurs occupe le sac embryonnaire.

Les *Tf. P* et *Tf. S.* peuvent souvent être formés de couches cellulaires diversement structurées ; pour les distinguer, nous emploierons les expressions suivantes, qui n'ont pas, comme dans les cas précédents, une signification aussi précise au point de vue de la valeur morphologique comparée :

Tf. e. P. (ou *S.*) = Tissu fondamental externe de la primine (ou de la secondine) ; c'est la partie du *Tf. P.* (ou *S.*) qui touche à l'*Ep. e. P.* (ou *S.*).

[1] C.-H. Delogne. — Flore analytique de la Belgique. Namur, 1888.

Tf. m. P. (ou *S.*) = Tissu fondamental moyen de la primine (ou de la secondine) ; c'est celle interposée entre le précédent et le suivant.

Tf. i. P. (ou *S.*) = Tissu fondamental interne de la primine (ou de la secondine) ; c'est la partie qui confine à l'*Ep. i. P.* (ou *S.*).

Dans certains cas assez rares, l'assise la plus externe ou plusieurs assises externes du *Tf. e. P.* peuvent prendre une structure à part, auquel cas, cette ou ces assises recevront le nom d'hypoderme (*hyp.*). Bien plus rarement encore, l'assise la plus interne du *Tf. i. P.* peut en agir de même ; on la désignera alors sous le nom de hypoderme interne (*hyp. i.*).

Lorsque l'ovule ne possède qu'un seul tégument, nous emploierons d'une manière analogue les désignations suivantes :

Ep. e. T. = Épiderme externe du tégument.

T. f. T. = Tissu fondamental du tégument.

Ep. i. T. = Épiderme interne du tégument.

L'application de cette nomenclature aux travaux antérieurs a quelquefois présenté des difficultés sérieuses à cause du vague des descriptions de certains auteurs et par suite des dénominations plus que bizarres parfois, que l'on trouve chez d'autres. Je crois cependant avoir pu surmonter cette difficulté en comparant les divers auteurs entre eux, parfois aussi en observant par moi-même, à différents stades, l'un ou l'autre des exemples proposés. Cette unification de la nomenclature facilite singulièrement les comparaisons entre les diverses familles, les divers genres et les diverses espèces ; j'estime que l'adopter définitivement serait rendre à la botanique un réel service, d'autant plus que, dans une multitude de circonstances, la botanique systématique trouverait une aide précieuse dans l'emploi des caractères, établis avec netteté et concision, que fournissent les enveloppes séminales.

Quant au présent travail, puisse-t-il montrer déjà ce qui reste à faire dans le domaine des recherches dont il établit les bornes actuelles !

On remarquera, toutefois, que pour certaines familles de plantes, et notamment pour celles possédant des fruits monospermes indéhiscents, on a généralement étudié les péricarpes en même temps que les spermodermes. En effet, il existe toujours certaines relations entre les structures de ces deux espèces d'enveloppes, et il serait, en général, à souhaiter que l'on ne séparât pas l'étude de l'une et de l'autre. Au surplus, dans le cas d'akènes et de caryopses, il est naturel de tenir compte, dans ces analyses, sous le nom d'enveloppes séminales, et des péricarpes et des spermodermes.

Dans l'exposé des caractères des organes de la graine, j'ai adopté à dessein un style aussi concis que possible, basé sur l'usage des participes et des adjectifs et dépouillé des longueurs qu'entraine souvent l'emploi des verbes à un mode personnel ; c'est le style que l'on est convenu d'appeler linnéen, parce qu'il a été mis en honneur par l'illustre botaniste suédois Linné. C'est à lui que doivent leur caractère essentiel de clarté et de précision les œuvres descriptives du père de la Botanique. C'est ce style qui est depuis lors généralement adopté par les naturalistes descripteurs.

Les nombres qui suivent les noms d'auteurs renvoient à la liste bibliographique qui précède la table des matières.

Ceux qui accompagnent la plupart des noms de genres de plantes, indiquent le nombre d'espèces de chacun de ces genres sur lesquelles ont porté les observations.

PARTIE SPÉCIALE

CLASSE I. — DICOTYLÉES.

Sous-Classe I. — Dialypétales hypogynes.

---

1. — RENONCULACÉES.

Bibliographie: Strasburger (*229*), Vesque (*251*), Godfrin (*66*), Adlerz (*2*), Harz (*91*), von Bunge (*259*), Prantl E.-P.[1] (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Mann (*151*), Lignier (*139*), Wiegand (*270*), Westermaier (*269*), Nicotra (*171*), Ramaley (*202*), Lonay (*145*), Attema (*9*).

La famille des Renonculacées est une des « familles par enchainement » de Mirbel, et l'on sait combien tous les caractères y sont variables. Il en est de même en ce qui concerne l'ovule et la graine. Il serait presque nécessaire de donner les caractères pour chaque genre en particulier. Tout au plus, pourrait-on se borner au groupement des caractères par tribus ; mais celles-ci doivent être conçues autrement que la plupart des auteurs l'admettent. C'est ainsi que Wiegand s'est cru autorisé à établir huit groupes. Pour ma part, j'ai pensé qu'il était plus rationnel d'en admettre six.

Je n'entreprendrai pas de relever ici les nombreuses erreurs qui se sont accréditées au sujet de la constitution de l'ovule et de la graine dans cette famille. On pourra s'en reporter à un travail antérieur (*145*). Qu'il me suffise d'exposer les résultats de mes recherches.

[1] L'abréviation E.-P. qui est placée après un nom d'auteur, se rapporte à une monographie de cet auteur comprise dans l'ouvrage publié par Engler et Prantl (*55*).

Tribu des **Renonculées** : Genres *Ranunculus*, *Ceratocephalus*, *Ficaria*, *Oxygraphis*, *Myosurus*.

Péricarpe à nombre généralement très restreint d'assises, dont presque toujours plusieurs sclérifiées ; faisceaux en nombre impair.

Ovules généralement unitégumentés, dressés et absolument solitaires.

Spermoderme à trois assises de cellules et rarement quatre (*Myosurus*). *Ep. i. T.* à épaississements frangés à la paroi interne.

Tribu des **Thalictrées** : Genres *Thalictrum* et *Adonis*.

Péricarpe à nombre plus ou moins élevé d'assises : *Ep. e.* muni de poils courts en massue ; faisceaux en nombre pair assez nombreux, souvent huit au moins ; rarement quatre (*Th. aquilegifolium*).

Ovules à deux téguments, pendants, solitaires ou accompagnés d'ovules rudimentaires.

Spermoderme à *Ep. i. S.* sans épaississements frangés.

Tribu des **Anémonées** : Genres *Knowltonia*, *Anemone*, *Hepatica* et *Clematis*.

Péricarpe à nombre généralement restreint d'assises (sauf chez *Knowltonia*) ; *Ep. e.* présentant des poils longs, effilés ; *Ep. i.* à cellules allongées longitudinalement, diversement épaissies. Faisceaux, deux.

Ovules unitégumentés, pendants, accompagnés d'ovules rudimentaires (sauf chez *Anemone multifida*). *Ep. i. T.* presque toujours frangé (sauf chez *A. nemorosa*).

Tribu des **Helléborées** : Genres *Caltha*, *Helleborus*, *Trollius*, *Eranthis*, *Aquilegia*.

Péricarpe à nombre restreint d'assise ; *Ep. e.* à poils ordinairement courts, en massue, rarement longs et ventrus (*Aquilegia*). Faisceaux, trois, rarement cinq (*Trollius*), reliés par des anastomoses horizontales

Ovules généralement bitégumentés, rarement à un seul

tégument (certains *Helleborus*) ; *Ep. N.* multiple au sommet, rarement simple (*Aquilegia*). Graines lisses.

Spermoderme formé par le ou les téguments.

Ep. e. T. ou *Ep. e. P.* à cellules cubiques ou prismatiques, toutes de même hauteur, à paroi externe très épaisse.

Tf. T. ou *Tf. P.*, cellules à parois minces plus ou moins écrasées.

Ep. i. T. ou *Ep. i. S.* (*Ep. i. P.* chez *Trollius*), cellules tabulaires à paroi interne épaisse sans frange ou à frange peu marquée, rarement à frange bien nette (*Trollius*).

Tribu des **Delphiniées** : Genres *Isopyrum*, *Garidella*, *Nigella*, *Aconitum* et *Delphinium*.

Péricarpe à nombre d'assises généralement restreint (excepté chez *Nigella*) ; *Ep. e.* à poils généralement longs, cylindriques, effilés ou ventrus, rarement courts en massue (*Isopyrum*). Faisceaux ordinairement nombreux avec anastomoses obliques (excepté chez *Nigella*, trois ou cinq avec anastomoses horizontales).

Ovules à un ou à deux téguments ; *Ep. N.* généralement multiple, rarement simple au sommet (*Aconitum lycoctonum*).

Graines rugueuses, recouvertes de crêtes ou d'un réseau proéminent.

Spermoderme formé par le ou les téguments et le nucelle.

Ep. e. T. ou *Ep. e. P.*, cellules allongées longitudinalement, parfois isodiamétriques mais de hauteur inégale, rarement cubiques (certains *Nigella*).

Ep. i. T. ou *Ep. i. S.*, cellules à franges plus ou moins marquées, ordinairement allongées longitudinalement, parfois tabulaires (*Isopyrum*, *Nigella*, *Garidella*).

Tribu des **Paeoniées** : Genres *Actaea*, *Cimicifuga* et *Paeonia*.

Péricarpe à assises nombreuses. *Ep. e.* à cellules petites. *Tf.* plus ou moins homogène, à cellules à parois épaisses.

Ep. i., cellules à parois épaisses. Faisceaux ordinairement nombreux, rarement trois (*Cimicifuga*) avec anastomoses obliques.

Ovules à deux téguments à *Ep. N.* multiple au sommet.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P. palissadique à cellules à parois assez épaisses, surtout l'externe.

Tf. P. à cellules ordinairement à parois gélifiables.

Ep. i. S., cellules à parois épaisses ou non, ponctuées, sans franges.

Remarque. Toutes les parties de l'ovule, chez les Renonculacées, entrent dans la constitution du spermoderme. Les assises non indiquées sont formées de cellules à parois minces, plus ou moins écrasées. L'albumen est toujours abondant.

2. — ANONACÉES.

Bibliographie : Licopoli (*138*), Voigt (*256*), Pranlt E.-P. (*55*).

Genres *Alphonsea* (1), *Anona* (2), *Artabotrys* (1), *Asimina* (1), *Melodorum* (1), *Uraria* (1).

Ovules anatropes à deux téguments ; faisceau du raphé se prolongeant dans la primine pas tout à fait en face du raphé.

Spermoderme formé par la primine et quelques restes du nucelle.

Ep. e. P., cellules tabulaires à parois épaisses, surtout les externes.

Tf. P., plusieurs assises de cellules aplaties, plus ou moins écrasées.

Ep. i. P., cellules tabulaires écrasées.

Secondine résorbée.

Ep. N. }
Tf. N. } cellules de plus en plus écrasées vers l'intérieur.

Albumen abondant.

Remarque. Le spermoderme forme des replis qui s'insinuent plus ou moins profondément dans l'albumen périphérique et dans lesquels la secondine est parfois encore représentée entre la primine et le nucelle.

3. — MAGNOLIACÉES

Bibliographie : Godfrin (*66*), Prantl E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Hérail et Bonnet (*101*).

Genres *Illicium* (1), *Magnolia* (4).

Ovules à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et l'*Ep. N.* :

Ep. e. P. cellules à parois très épaisses.

Tf. e. P., 2 assises de cellules à parois épaissies.

Tf. i. P., 5 ou 6 assises de grandes cellules à parois minces.

Ep. i. P., cellules prismatiques à parois minces.

Ep. e. S. }
Tf. S. } cellules à parois fortement sclérifiées.
Ep. i. S. }

Ep. N. à grandes cellules allongées radialement.

4. — LARDIZABALACÉES.

Bibliographie : Vesque (*251*), Prantl E.-P. (*55*).

Genre *Hollboellia* (1).

Ovules anatropes à deux téguments.

Le spermoderme d'aucune espèce n'a été étudié dans cette famille qui se rapproche beaucoup de la famille des Berbéridacées dont il question plus loin.

5. — CALYCANTHACÉES.

Bibliographie : Prantl E.-P. (55), Lignier (*139*).

Genres *Calycanthus*, *Chimonanthus*.

Le fruit ne doit pas être considéré comme akène, mais comme une follicule à déhiscence tardive.

Péricarpe à nombre restreint d'assises.

Ep. i. et parfois *Tf. i.* à cellules sclérifiées, radialement allongées.

Ovules bitégumentés.

Spermoderme formé aux dépens de la primine, de la secondine et du nucelle.

Ep. e. P. à grandes cellules à parois minces.

Tf. e. P. à grandes cellules reconnaissables.

Tf. i. P. à cellules écrasées.

Ep. i. P., cellules à épaississements réticulés.

Secondine écrasée.

Nucelle écrasé.

Albumen en grande partie résorbé ; il en subsiste une couche mince, écrasée, qui s'ajoute à la secondine et au nucelle pour former une lame nacrée.

6. — RUTACÉES.

Bibliographie : Vesque (*251*), Jumelle (*118*), Tschirch und Oesterle (*240*), Schlotterbeck (*217*), Engler E.-P. (55).

Genres *Citrus* (1), *Ruta* (1).

Ovules anatropes (*Citrus*) ou campylotropes (*Ruta*) à deux téguments. Primine à plusieurs assises de cellules ; secondine à deux (*Ruta*) ou plusieurs assises (*Citrus*) de cellules.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules en palissade à paroi externe épaisse, gélifiable (*Citrus*) ou cellules jaunes à parois très épaisses, l'externe recouverte d'une cuticule striée (*Ruta*).

Tf. P., 4 ou 5 assises de cellules écrasées ; parfois (*Ruta*) l'externe encore reconnaissable et pourvue de parois externes très épaisses.

Ep. i. P., cellules petites, carrées (*Citrus*) ou écrasées et confondues en une bande jaune avec les assises internes du *Tf. P.* (*Ruta*).

Ep. e. S. résorbé.

Tf. S. (*Citrus*) résorbé.

Ep. i. S. fortement écrasé en une membrane mince.

7. — TILIACÉES.

Bibliographie : Mattirolo (*153*), Brandza (*27*), Schumann E.-P. (*55*).

Genre *Tilia* (1).

Ovules anatropes à deux téguments, à plusieurs assises de cellules chacun.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P. Cellules à paroi externe pourvue d'une cuticule.

Tf. P. }
Ep. i. P. } cellules parenchymateuses cristalligènes.

Ep. e. S., cellules étroites, allongées radialement, à parois sclérifiées présentant une ligne lumineuse.

Tf. S., 7 assises de cellules cristalligènes, allongées tangentiellement.

Ep. i. S., cellules petites tabulaires.

8. — CISTACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Brandza (*27*), Reiche E.-P. (*55*), Rosenberg (*209*), Grosser E. [1] (*56*).

[1] L'abréviation E., placée à la suite de certains noms d'auteurs, se rapporte à des monographies de ces auteurs comprises dans l'ouvrage publié par Engler (*56*).

Genres *Cistus* (2), *Hudsonia*, *Lechea*, *Helianthemum* (22).

Ovules orthotropes à deux téguments. Primine à deux assises de cellules ; secondine de 3 à 5 assises.

Sermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules avec (la plupart des *Helianthemum*) ou sans mucilage, papilleuses (beaucoup d'*Helianthemum*), ou plus ou moins cylindrique (certains *Helianthemum*), ou plus ou moins rectangulaires (autres *Helianthemum*, *Cistus*, *Hudsonia*), ou plus ou moins écrasées (qq. *Helianthemum*, *Lechea*).

Ep. i. P., cellules écrasées.

Ep. e. S., grandes cellules palissadiques, à parois internes et les trois quarts internes des parois latérales sclérifiées.

Tf. S. } écrasés.
Ep. i. S. }

9. — PAPAVÉRACÉES.

Bibliographie : Röber (*204*). Warming (*266*). Godfrin (*66*), Harz (*91*), Prantl und Kündig E.-P. *55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Hérail et Bonnet (*101*), Tschirch und Oesterle (*240*), Tschirch (*239*), Meunier (*159*).

Genres *Argemone* (1), *Bocconia* (2), *Chelidonium* (1), *Chiazospermum* (1), *Eschscholtzia* (1), *Glaucium* (1), *Hypecoum* (1), *Meconopsis* (1), *Paparer* (2), *Platystemon* (1), *Roemeria* (1), *Hunnemannia* (1), *Sanguinaria* (1).

Remarque. Les auteurs sont peu d'accord dans la description des différentes couches du spermoderme dans certaines espèces. C'est ainsi que pour les genres *Chelidonium* et *Paparer* notamment, les descriptions de Holfert, Brandza, Röber et Meunier diffèrent les unes des autres. Considérant que ce dernier botaniste a fait une étude spéciale des différents genres de la famille des Papavéracées, nous inclinons

à admettre plus d'exactitude dans ses observations et nous le prendrons comme guide dans l'établissement des caractères de la famille.

OVULES anatropes à deux téguments. Primine généralement à 2, parfois 3 (*Platystemon*) ou plusieurs assises (*Eschscholtzia*, *Hunnemannia*, *Sanguinaria*, certains *Bocconia*) ; secondine à 3 assises de cellules.

SPERMODERME formé aux dépens de la primine, de la secondine et d'une partie du nucelle ; assez variable d'un genre à l'autre :

Ep. e. P., cellules étirées tangentiellement (excepté chez *Eschscholtzia* et *Glaucium*), à paroi externe convexe, épaisse, recouverte d'une cuticule et striée (excepté chez *Eschscholtzia* et *Papaver*) ; contenant des cristaux chez *Papaver somniferum*.

Tf. P., quand il existe, parenchymateux, à petites cellules (*Argemone*), à cellules aplaties tangentiellement et à parois épaisses (*Eschscholtzia*, *Sanguinaria*) ou non (*Platystemon*).

Ep. i. P., cellules cristalligènes (sauf chez *Papaver somniferum*), prismatiques ou isodiamétriques ou tangentiellement aplaties.

Ep. e. S., cellules à parois épaisses, pourvues d'une cuticule, disposées en files longitudinales, ou bien cellules écrasées laissant (*Argemone*, *Hunnemannia*) ou non (*Papaver somniferum*, *Sanguinaria*) voir la cuticule.

Tf. S. écrasé généralement, parfois cellules résistantes à parois épaisses (*Chiazospermum*, *Hypecoum*, *Platystemon*).

Ep. i. S., cellules plus ou moins grandes, tangentiellement étirées, à parois striées.

Ep. N., à cuticule.

Tf. N., quelques restes.

10. — NYMPHÉACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), von Wettstein (*265*), Caspary E.-P. (*55*), Archangeli (*4*, *5*, *6*, *7*), Holfert (*104*).

Genres *Euryale* (1), *Nuphar* (1), *Nymphea* (1), *Nelumbo* (1), *Victoria* (1).

Outre que les auteurs ne sont pas bien d'accord, même au sujet de la structure dans les mêmes espèces, aucun d'eux n'a étudié le développement de ces graines dont la structure parait être caractérisée par l'existence d'une assise épidermique (*Ep. e. P.*), d'après les uns, sous épidermique, d'après les autres, de cellules en palissade présentant une ligne lumineuse.

11. — STERCULIACÉES.

Bibliographie : Mattirolo (*153*), Schumann E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Tschirch und Oesterle (*240*), Tschirch (*239*).

Genres *Cola* (1), *Sterculia* (1), *Theobroma* (1).

Ovules orthotropes à deux téguments à plusieurs assises de cellules chacun.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules petites, radialement allongées (*Cola*), ou carrées à parois épaisses (*Sterculia*) ou allongées tangentiellement à paroi externe épaisse (*Theobroma*).

Tf. P., 5 (*Cola*) ou 12 (*Theobroma*) assises parenchymateuses, ou 3 assises de cellules radialement allongées (*Sterculia*).

Ep. i. P., cellules radialement allongées (*Sterculia*) ou carrées à parois interne et latérales épaissies (*Theobroma*) ou bien (*Cola*) cellules de deux sortes, les unes isolées ou groupées, petites, sclérifiées, ponctuées, les autres grandes, à parois minces chiffonnées, à contenu brun.

Ep. e. S. résorbé (*Cola*) ou plus ou moins écrasé (*Theobroma*) ou cellules très allongées radialement, à parois sclérifiées, à ligne lumineuse (*Sterculia*).

Tf. S. / *Ep. i. S.* } résorbé (*Cola*) ou plus ou moins écrasé (*Theobroma*, *Sterculia*).

Ep. N., cellules à parois épaisses (*Cola*). *Hypod. N.*, comme à l'*Ep. N.* *Tf. N.*, 6 assises de cellules à parois minces (*Cola*). *Tf. i. N.*, écrasé.	ou cellules écrasées formant une membrane nacrée (*Sterculia*, *Theobroma*).

12. — MALVACÉES.

Bibliographie : Lohde (*142*), Strandmark (*228*), Junowicz (*119*), Mattirolo (*153*), Harz (*91*), Von Bretfeld (*258*), Hanausek (*87*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Rolfs (*206*), Guignard (*80*), Schumann E.-P. (*55*), Bochman (*23*).

Genres *Adansonia* (1), *Althea* (2), *Abutilon* (1), *Anoda* (2), *Callirhoe* (2), *Kitaibelia* (1), *Lavatera* (1), *Malope* (2), *Palana* (1), *Pavonia* (1), *Sidalcea* (1), *Gossypium* (1), *Malvastrum* (2), *Sida* (3), *Thespesia* (1), *Eriodendron* (1), *Hibiscus* (2), *Modiola* (1), *Malva* (1).

Ovules anatropes (*Hibiscus*, *Thespesia*, *Gossypium*), plus souvent campylotropes, à deux téguments.

Spermoderme formé aux dépens de la primine et de la secondine. Nucelle résorbé. Presque toujours une assise de l'albumen persistant.

Ep. e. P. : cellules petites, étirées tangentiellement (excepté chez *Adansonia* où elles ont des parois externes subérifiées, chez *Gossypium* et *Thespesia* où certaines cellules sont allongées en poils très longs, ou, chez *Sida*, en poils courts coniques).

Tf. P. manque, excepté chez *Adansonia*, *Gossypium* et *Thespesia*, où il est écrasé.

Ep. i. P., cellules petites, un peu étirées tangentiellement, excepté chez *Adansonia*, *Gossypium* et *Thespesia*, où elles sont écrasées, et chez *Malvastrum*, où elles sont grandes, carrées et à parois interne et latérales épaisses.

Ep. e. S., cellules allongées radialement, à parois latérales et interne fortement épaissies, présentant une ligne lumineuse.

Tf. e. S., cellules à parois épaisses, à contenu brun foncé, excepté chez *Adansonia*, *Gossypium* et *Thespesia*, où elles ressemblent à celles du *Tf. i. S.*, formant ainsi un *Tf. S.* homogène.

Tf. i. S., cellules plus ou moins écrasées et souvent gélifiables.

Ep. i. S., cellules petites, étirées tangentiellement, excepté chez *Gossypium* et *Thespesia*, où elles se confondent avec les cellules du *Tf. S.*

13. — TERNSTROEMIACÉES.

Bibliographie : Cavara (*39*), Pritzel (*200*), Szyszylowicz et Gilg E.-P. (*55*), Pitard (*197*).

Genres *Thea* (1), *Stachyurus*.

Les auteurs, se plaçant d'ailleurs à des points de vue très spéciaux, ne donnent qu'un vague aperçu de l'anatomie des graines des plantes qu'ils ont examinées.

14. — GUTTIFÈRES.

Bibliographie : de Lanessan (*51*), Engler E.-P. (*55*).

Genre *Garcinia*.

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Le premier auteur n'indique pas clairement la provenance des deux couches du spermoderme charnu de cette graine.

15. — HYPÉRICACÉES.

Bibliographie : Brandza (*27*), Guignard (*79*, *80*), Engler E.-P. (*55*).

Genre *Hypericum* (1).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé aux dépens de la primine et de la secondine. Nucelle résorbé. Une assise persistante de l'albumen.

Ep. e. P., cellules tangentiellement étirés, à paroi externe épaisse et convexe.

Ep. i. P., cellules grandes, tangentiellement étirées, à parois bombées vers l'intérieur.

Ep. e. S., cellules plus ou moins allongées radialement, à parois très épaisses.

Tf. S. }
Ep.i.S. } écrasés.

16. — MYRISTICACÉES.

Bibliograpie : Voigt (*255*, *256*), Hallström (*84*), Prantl E.-P. (*55*), Tschirch und Oesterle (*240*), Tschirch (*239*), Vogl (*254*), Wiesner (*272*).

Genre *Myristica* (3).

Ovules anatropes à deux téguments formés de plusieurs assises de cellules chacun.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle. Il est à remarquer que la secondine ne subsiste qu'au sommet de la graine, et que les assises profondes varient de caractères en se substituant aux assises manquantes qui les précèdent.

Ep. e. P., cellules à parois épaisses, prismatiques, courtes ou tabulaires.

Tf. e. P., plusieurs assises de cellules parenchymateuses un peu aplaties, à méats assez grands.

Tf. m. P., une assisse de cellules prismatiques peu épaisses, sans méats, formant une palissade basse.

Tf. i. P., une assise de cellules prismatiques peu épaisses formant une palissade haute. — En certains endroits, cette assise se dédouble en éléments plus courts, mais qui, superposés, ont à peu près la même hauteur que celles disposées en une assise.

Ep. i. P., cellules palissadiques très longues et étroites, à parois très épaisses, cristalligènes.

Ep. e. S. une assise } cellules fibreuses ou tabulaires,
Tf. e. S. une assise } allongées tangentiellement, à parois très épaisses, canaliculées.

Tf. i. S. } parenchyme écrasé.
Ep. i. S. }

Ep. N. à la base de la graine comme à l'*Ep. i. P.*, au milieu comme à l'*Ep. e. S.*, au sommet comme au *Tf. i. S.*

Tf. e. N., une assise à la base, comme à l'*Ep. e. S.*, au-dessus comme au *Tf. i S.*

Tf. i. N. plusieurs assises parenchymateuses écrasées.

17. — BERBÉRIDACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Prantl E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Pammel, Borniss et Thomas (*185*).

Genres *Berberis* (6), *Caulophyllum* (1), *Jeffersonia* (1), *Diphylleia* (1), *Podophyllum* (1), *Epimedium* (1).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules prismatiques à cuticule résistante; parois interne et latérales fortement sclérifiées.

Tf. e. P., une assise de cellules cubiques à contenu brun-rouge.

Tf. i. P., 6 à 8 assises de cellules écrasées.

Ep. i. P., cellules arrondies, un peu aplaties, à parois très épaisses, laissant entre elles de grands méats.

Ep. e. S., cellules tubulaires contenant du tannin.

Tf. S. }
Ep. i. S. } cellules à parois minces écrasées.

18. — CAPPARIDACÉES.

Bibliographie : Strandmark (*228*), Pax E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Guignard (*79, 80*).

Genres *Capparis* (1), *Cleome* (4), *Dactylaena* (1), *Polanisia* (1).

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et, dans le voisinage du micropyle et de la chalaze, par le nucelle.

Ep. e. P., grandes cellules carrées à paroi externe épaisse, sauf chez certains *Cleome*, où elles forment de très longs poils (*C. arabica*), ou bien où elles sont en partie et par places allongées radialement (*C. speciosa*).

Ep. i. P., grandes cellules allongées tangentiellement.

Ep. e. S., cellules allongées radialement, à parois très épaisses et sclérifiées.

Tf. S., cellules très allongées tangentiellement, excepté chez *Capparis* où elles ont des parois épaisses.

Ep. i. S., cellules étirées tangentiellement, à paroi interne sclérifiée.

19. — CRUCIFÈRES.

Bibliographie : Schroeder (*219*), Sempolowski (*221*), Strandmark (*228*), von Höhnel (*260*), Uloth (*242*), Abraham (*1*), Vesque (*251*), von Bretfeld (*257*), Harz (*91*), Moeller (*161*), Schimper (*212*), Nevinny (*170*), Gérard (*63*) Tschirch (*238*), Tschirch und Oesterle (*240*), D'Arbaumont (*48*), Holfert (*104*), Kinzel (*124*), Guignard (*78,80*), Brandza (*27*), Hérail et Bonnet (*104*), Claes et Thyes (*45*) Burchard (*35*), Pammel (*180*), Vogl (*254*), Prantl E.-P. (*55*), Pieters and Charles (*194*).

Genres, *Alyssum*, *Barbarea*, *Berteroa*, *Biscutella*, *Brassica*, *Bunias*, *Capsella*, *Cheiranthus*, *Clypeola*, *Diplotaxis*, *Eruca*, *Erysimum*, *Farsetia*, *Hesperis*, *Iberis*, *Isatis*. *Lepidium*, *Lunaria*, *Malcolmia*, *Matthiola*, *Myagrum*, *Raphanus*, *Rapistrum*, *Sinapis*, *Sisymbrium*, *Thlaspi*.

Ovules à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine. L'albumen persiste en partie sous forme d'une « assise protéique » bien visible et de couches très aplaties. comprimées, formant la « lame nacrée » des auteurs.

Ep. e. P., cellules à mucilage, excepté chez *Berteroa*, *Barbarea*, *Biscutella*, *Cheiranthus*, *Iberis* et *Thlaspi*, où les parois externes sont fortement épaissies, chez *Lunaria*, *Bunias*, *Farsetia*, *Myagrum*, où toutes les parois sont minces, et chez *Isatis*, *Clypeola* et *Rapistrum*, où les cellules sont en outre écrasées.

Tf. P. généralement absent, excepté chez *Brassica*, *Clypeola*, *Eruca*, *Diplotaxis*, *Lepidium*, *Isatis*, *Lunaria*, *Myagrum*, *Raphanus*, *Rapistrum*, *Sinapis*, *Thlaspi*, et alors plus ou moins écrasé.

Ep. i. P., cellules généralement pourvues d'épaississements en fer à cheval, excepté chez *Bunias*, *Cheiranthus*, *Isatis*, *Clypeola*, *Erysimum*, *Lunaria*, *Matthiola*, *Myagrum*, *Rapistrum*, où elles ont toutes les parois minces, et chez *Farsetia*, *Hesperis* et *Sisymbrium*, où seule la paroi interne est épaissie.

Ep. e. S. }
Tf. S. } écrasés.

Ep. i. S. écrasé, sauf chez *Lunaria biennis*, où les cellules ont dès épaissements en fer à cheval, et chez *Matthiola*, où toutes les parois sont épaissies.

20. — AMPÉLIDACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Bordzilowski (*24*), Brandza (*27*), Gilg E.-P. (*55*).

Genres *Ampelopsis* (1), *Vitis* (1).

Péricarpe charnu provenant en majeure partie de la division répétée de l'hypoderme interne du péricarpe.

Ovules anatropes à deux téguments, la primine à plusieurs assises et la secondine à trois assises de cellules.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules carrées à paroi externe bombée recouverte d'une cuticule.

Tf. P., 4 (*Ampelopsis*) à 8 (*Vitis*) assises de cellules avec (*Ampelopsis*) ou sans raphides.

Ep. i. P., cellules prismatiques en une assise cristalligène (*Ampelopsis*) ou dédoublées en deux assises non cristalligènes, à parois épaisses (*Vitis*).

Ep. e. S. ; cellules petites, prismatiques, étroites, à parois sclérifiées.

Tf. S. ; une assise de grandes cellules carrées à parois latérales plissées, parfois recloisonnées tangentiellement.

Ep. i. S. ; petites cellules tabulaires.

21. — DROSÉRACÉES.

Bibliographie : Korzschinsky (*129*), Lang (*134*), Drude E.-P. (*55*), Holzner (*109*).

Genres *Aldrovandia* (1), *Drosera* (3), *Drosophyllum* (1).

Péricarpe à cellules à parois minces.

Ovules à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules arrondies portant parfois de courtes excroissances tubulaires (*Drosera intermedia*).

Tf. P., résorbé formant des lacunes aérifères.

Ep. i. P., cellules arrondies.
Ep. e. S. { cellules plus ou moins écrasées, allongées.
Ep. i. S. { longitudinalement.

22. — PIROLACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Drude E.-P. (*55*), Artopœus (*8*).

GENRE *Pirola*.

OVULES anatropes à un tégument de deux assises de cellules.

REMARQUE : Le développement de l'ovule en graine n'a pas été étudié au point de vue histologique.

23. — SAPINDACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Rosenberg (*208*), Radlkofer E.-P. (*55*), Guérin (*74*).

GENRE *Magonia* (1), *Cardiospermum* (2), *Kœlreuteria*, *Xanthoceras*.

OVULES campylotropes à deux téguments assez épais.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules ordinairement allongées radialement, à parois toutes épaisses, parfois (*Xanthoceras*) les latérales très fortement épaissies au milieu. — Dans *Cardiospermum* près de l'arille, cellules cristalligènes à parois minces.

Tf. e. P., plusieurs assises de cellules sclérifiées, parfois palissadiques (*Xanthoceras*).

Tf. m. P. non différencié (*Koelreuteria*) ou à plusieurs assises sclérifiées (*Cardiospermum*) ou parenchymateuses écrasées (*Xanthoceras*).

Tf. i. P., ordinairement parenchyme à cellules allongées tangentiellement, parfois (*Xanthoceras*) cellules sclérifiées, plus ou moins carrées.

Ep. i. P. ; comme au *Tf. i. P.*

Ep. e. S; cellules à parois minces (*Xanthoceras*), ou très épaisses (*Kœlreuteria*), ou à épaississements spiralés (*Cardiospermum*).

Tf. S., homogène à 5 ou 6 assises parenchymateuses *Cardiospermum*), ou différencié en :

Tf. e. S., 2 (*Kœlreuteria*) ou 4 (*Xanthoceras*) assises plus ou moins écrasées.

Tf. i. S., 1 (*Kœlreuteria*) ou 5 (*Xanthoceras*) assises de cellules tangentielles à parois épaisses.

Ep. i. S., cellules tabulaires à parois minces (*Cardiospermum*), ou cellules petites (*Xanthoceras*) ou pyriformes (*Kœlreuteria*) à parois épaisses.

Nucelle résorbé, ou (chez *Kœlreuteria*) formant une lame réfringente.

24. — ACÉRACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Holfert (*104*), Pax E.-P. (*55*), Guérin (*74*).

Genres *Staphylea* (2), *Acer* (10).

Ovules campylotropes (*Acer*) ou anatropes (*Staphylea*) à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle (*Acer*) ou par la primine et le nucelle (*Staphylea*).

Ep. e. P., cellules plus ou moins grandes à parois toutes épaisses (*Staphylea*) ou l'externe seule épaisse (*Acer*).

Tf. e. P., 1 assise de cellules à parois minces écrasées (*Acer*) ou plusieurs assises sclérifiées (*Staphylea*) à cavités oblitérées.

Tf. m. P. non différencié (*Acer*) ou à plusieurs assises de cellules sclérifiées, à cavités larges (*Staphylea*).

Tf. i. P., parenchyme plus ou moins fortement écrasé.

Ep. i. P., cellules à parois minces, écrasées (*Staphylea*) ou non et cristalligènes (*Acer*).

Ep. e. S. (*Acer*), cellules petites, tangentielles, à parois minces.

Tf. S., 2 ou 3 assises de cellules grandes, tangentielles, à parois minces.

Ep. i. S., cellules tabulaires, à parois minces.

Ep. N. écrasé (*Acer*) ou à cuticule seule visible (*Staphylea*).

Tf. N. écrasé en une lame réfringente.

Alb nul (*Acer*) ou abondant (*Staphylea*).

25. — MÉLIANTHACÉES.

Bibliographie : Gürke E.-P. (*55*), Guérin (*74*).

Genre *Melianthus* (3).

Ovules anatropes à deux téguments ; primine très épaisse.

Spermoderme formé par la primine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules palissadiques à parois externe et latérales très épaisses.

Tf. P., parenchyme écrasé, à assises externes cristalligènes.

Ep. i. P., cellules écrasées.

Secondine résorbée.

Ep. N., cuticule seule présente.

Alb. abondant.

Remarque. La structure des graines de *Melianthus* se rapproche beaucoup de celles des graines de *Staphylea*. D'ailleurs plusieurs botanistes ont, avec quelque raison, formé de ce dernier genre et de quelques genres voisins une famille spéciale, les Staphyléacées.

26. — CÉLASTRACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Holfert (*104*), Lösener E.-P. (*55*), Baroni (*12*), Billings (*20*).

Genres *Evonymus* (2), *Stackhousia* (1).

Péricarpe (*Evonymus*) : *Ep. e.*, à cellules radialement allongées, renfermant des corpuscules colorés.

Tf., cellules parenchymateuses arrondies renfermant des granules incolores et du tanin.

Ep. i., cellules tabulaires.

Ovules anatropes à un tégument assez épais.

Spermoderme présentant chez l'*Evonymus* la constitution suivante :

Ep. e. T., cellules grandes s'étendant tangentiellement, à parois externe et interne bombées, l'externe fortement épaissie et recouverte d'une cuticule.

Tf. T., plusieurs assises parenchymateuses, plus ou moins écrasées, à contenu oléagineux.

Ep. i. T., cellules palissadiques plus ou moins longues, à parois sclérifiées, ponctuées.

Alb. aleurique et oléagineux.

27. — CARYOPHYLLACÉES.

Bibliographie : Hegelmaier (*95*), Strandmark (*228*), Warming (*266*), Vesque (*250*), Petermann (*190*), Godfrin (*66*), Von Bretfeld (*257*), Harz (*91*), Pax E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Meunier (*158*), Claes et Thyes (*43*, *44*, *45*), Nicotra (*171*), Weberbauer (*267*).

Genres *Alsine* (1), *Arenaria* (6), *Honkenya* (1), *Cerastium* (7), *Drymaria* (1), *Heliosperma* (1), *Holosteum* (1), *Polycarpon* (2), *Sagina* (1), *Spergula* (2), *Spergularia* (2), *Stellaria* (4), *Agrostemna* (1), *Cucubalus* (1), *Dianthus* (2), *Gypsophila* (2), *Lychnis* (3), *Melandrium* (2), *Saponaria* (3), *Silene* (4), *Tunica*, *Viscaria* (1).

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et l'*Ep. N.* dont la cuticule est seule visible.

Ep. e. P., Cellules grandes à paroi externe épaissie en plusieurs couches formant vers l'intérieur des papilles et recouverte d'une cuticule frangée, excepté chez *Cucubalus*.

Ep. i. P., cellules plus ou moins fortement étirées tangentiellement ; chez *Stellaria*, elles sont carrées et cristalligènes ; chez *Agrostemna* et *Cucubalus*, cette assise se dédouble une ou deux fois et les cellules forment entre elles des méats.

Ep. e. S., cellules résorbées à part la cuticule, excepté

chez *Alsine*, *Arenaria*, *Honkenya*, *Spergularia*, *Dianthus*, *Gypsophila*, *Saponaria*, *Tunica*, où elles sont étirées tangentiellement.

Ep. i. S., cellules étirées tangentiellement, excepté chez *Spergula* et *Agrostemma* où elles sont totalement comprimées.

Ep. N., cuticule seule visible.

28. — OXALIDACÉES.

Bibliographie : Lohde (*142*), Lojacono (*144*), Reiche E.-P. (*55*), Billings (*20*).

Genre *Oxalis* (18).

Ovules anatropes à deux téguments, la primine à 5 assises, la secondine à 3 assises de cellules.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et des restes du nucelle. Albumen présent ou absent, suivant les espèces.

Ep. e. P., *Tf. P.* { tissu parenchymateux, transparent, herbacé, persistant jusqu'à la dissémination.

Ep. i. P., réduit en une pellicule gélifiable, soit entièrement ou par places suivant les espèces ; dans ce dernier cas, le reste présente des cellules fortement sclérifiées et cristalligènes.

Ep. e. S., cellules allongées longitudinalement à parois plus ou moins épaisses.

Tf. S., *Ep. i. S.*, { plus ou moins écrasés.

Remarques : Ces caractères sont déduits des observations de Lojacono et surtout de Billings dont le mémoire est accompagné de bonnes figures qui excluent le doute. La description de Lohde, toute différente, me parait entachée de beaucoup d'inexactitudes.

29. — LINACÉES.

Bibliographie : Cramer (*47*), Hofmeister (*103*), Berg (*17*), Fluckiger (*59*), Garcke (*61*), von Schroff (*263*), Nobbe (*172*), Sempolowski (*221*), Kühn (*133*), Godfrin (*66*), Harz (*91*), Mœller (*161*), Schimper (*212*), Holfert (*104*), Reiche E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Hérail et Bonnet (*101*), Macé (*150*), Vanden Berghe (*243*), Claes et Thyes (*45*), Guignard (*79, 80*), Vogl (*254*), Wiesner (*272*), Billings (*20*).

Genre *Linum* (4).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine. Albumen en partie résorbé.

Ep. e. P., cellules grandes, cubiques, à mucilage fourni par les parois épaisses d'après les uns, mais plus probablement par un contenu, d'après les autres.

Tf. P., une assise de cellules à parois un peu épaissies.

Ep. i. P., cellules sclérifiées, bombées vers l'intérieur.

Ep. e. S., cellules en fibres, allongées longitudinalement, sclérifiées, canaliculées.

Tf. S., écrasé.

Ep. i. S., cellules tabulaires, à parois épaisses, à contenu brun.

30. — GÉRANIACÉES.

Bibliographie : Strandmark (*228*), Röber (*204*), Vesque (*226*), Marloth (*152*), Olbers (*173*), Raunkaier (*203*), De Toni (*52*), Reiche E.-P. (*55*), Brandza (*25, 27*), Billings (*20*).

Genres *Erodium* (11), *Geranium* (16), *Pelargonium* (5), *Monsonia* (1).

Ovules campylotropes à deux téguments de trois assises chacun.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules plus ou moins grandes, à paroi externe infléchie, à parois latérales épaissies.

Tf. P., une, rarement 2 assises de cellules plus ou moins petites, à parois plus ou moins épaissies.

Ep. i. P., cellules prismatiques à parois très épaisses, à cavité cellulaire réduite et à ligne lumineuse.

Ep. e. S., cellules prismatiques à parois plus ou moins épaisses, surtout les latérales et externe.

Tf. S. }
Ep. i. S. } écrasés.

31. — TAMARICACÉES.

Bibliographie : Niedenzu E.-P. (*55*), Pritzel (*200*).

Genre *Fouquiera.*

Je n'ai pu me procurer qu'une analyse du travail de Pritzel, le rapporteur n'entre pas dans les détails de la structure de la graine de *Fouquiera,* mais l'auteur, parait-il, se base sur cette structure pour séparer ce genre de la famille des Tamaricacées.

32. — HIPPOCASTANÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Kayser (*123*), Pax E.-P. (*55*), Guérin (*74*).

Genre *Æsculus* (1).

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules radialement étirées, à parois brunes très épaisses qui produisent des diverticules variables vers l'intérieur de la cavité cellulaire.

Tf. P., nombreuses assises de cellules méatiques à parois de moins en moins épaisses et ponctuées à mesure que l'on s'avance vers l'intérieur.

Ep. i. P., une assise se confondant avec le *Tf. P.*
Ep. e. S., cellules isodiamétriques à parois minces.
Tf. S., 2 assises de cellules rondes à parois minces.
Ep. i. S., cellules petites, rondes, à parois épaisses.

33. — POLYGALACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Röber (*204*), Chodat et Rodrigue (*42*), Rodrigue (*205*), Chodat E.-P. (*55*).

GENRE *Polygala* (6).

OVULES à deux téguments de deux assises chacun.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et parfois d'un faible reste de l'*Ep. N.*

Ep. e. P., cellules à parois épaisses; des poils unicellulaires.

Ep. i. P., cellules palissadiques, cristalligènes, à parois latérales et interne très épaisses.

Ep. e. S. }
Ep. i. S. } écrasés.

34. — FUMARIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Prantl und Kündig E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Meunier (*159*), Tischler (*233*).

GENRES *Adlumia*, *Corydalis*, *Dicentra*, *Fumaria*.

OVULES campylotropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et une partie du nucelle.

Ep. e. P., cellules à paroi externe bombée vers l'extérieur, à parois interne et latérales émettant des fibrilles cellulosiques qui remplissent la cavité cellulaire, excepté chez *Fumaria* où les cellules sont étirées tangentiellement.

Tf. P., généralement absent, excepté chez *Fumaria* où il est parenchymateux, méatique.

Ep. i. P., cellules étirées tangentiellement, plus ou moins arrondies.

Ep. e. S. écrasé, cuticule visible.

Tf. S. écrasé.

Ep. i. S., cellules un peu aplaties, à parois striées, excepté chez *Fumaria*.

Ep. N., cellules à cuticule.

Tf. N., quelques restes.

35. — RÉSÉDACÉES.

Bibliographie : Strandmark (*228*), Röber (*204*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Hellwig E.-P. (*55*), Brandza (27), Guignard (*79, 80*).

Genre *Reseda* (4).

Ovules campylotropes, à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine. Albumen offrant une assise persistante.

Ep. e. P., cellules à paroi externe épaissie, allongée en papille (sauf chez *R. lutea* et *odorata*).

Ep. i. P., cellules petites, cristalligènes.

Ep. e. S., cellules à parois très épaisses, sclérifiées, canaliculées.

Tf. S., cellules écrasées, comprimées.

Ep. i. S., cellules légèrement écrasées.

36. — VIOLACÉES.

Bibliographie : Strandmark (*228*), Röber (*204*), Warming (*266*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Reiche und Taubert E.-P. (*55*).

Genre *Viola*.

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine, très semblable à celui des Résédacées.

Ep. e. P., cellules à mucilage, à cuticule et à parois latérales pourvues d'épaississements réticulés.

Tf. P., une assise de cellules plus ou moins écrasées.

Ep. i. P., cellules cristalligènes plus ou moins écrasées.

Ep. e. S., cellules à parois très épaisses, sclérifiées, canaliculées.

Tf. S., cellules plus ou moins écrasées.

Ep. i. S. plus ou moins écrasé.

37. — BALSAMINACÉES.

Bibliographie : Lohde (*142*), Strandmark (*228*), Heinricher (*100*), Brandza (*27*), Guignard (*79, 80*), Warburg und Reiche E.-P. (*55*).

Genre *Impatiens*.

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine. Albumen offrant une « assise protéique » persistante.

Ep. e. P., cellules tabulaires ou prolongées extérieurement en papilles, à parois externe et latérales épaisses.

Tf. e. P., cellules plus ou moins aplaties, à parois épaissies à l'assise externe.

Tf. i. P.
Ep. i. P. } écrasés.

Ep. e. S.
Tf. S.
Ep. i. S. } écrasés.

38. — TROPAEOLACÉES.

Bibliographie : Strandmark (*228*), Warming (*266*), Holfert (*104*), Reiche E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Kayser (*123*), Buchenau E. (*56*).

Genre *Tropaeolum* (1).

Ovules à deux téguments soudés.

Spermoderme formé par le tissu chalazien, les téguments étant résorbés, selon Kayser, par l'unique tégument selon Brandza.

Assise épidermoïde, cellules arrondies à parois minces.

Tf. e., 5 assises de cellules arrondies un peu aplaties.

Tf. i., 4 assises de cellules parenchymateuses à contenu foncé.

Plusieurs assises écrasées.

Sous-classe II. — Dialypétales périgynes.

---

39. — ROSACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Tschierke (*235*), Focke E.-P. (*55*), Olbers (*175*), Holfert (*104*), Attema (*9*), Péchoutre (*187*, *188*).

Comme pour les Renonculacées, il est nécessaire de considérer les Rosacées — famille par enchainement — en les groupant en tribus.

Tribu des **Spiraeées**: Genres *Spiraea*, *Rhodotypus*.

Ovules anatropes à deux téguments libres ou plus ou moins soudés en un seul, plus ou moins épais.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et des restes du nucelle.

Ep. e. P., ou *T.*; cellules grandes, rectangulaires, (*Rhodotypus*), ou à paroi externe épaisse, colorée.

Tf. P.
Ep. i. P.
Ep. e. S.
Tf. S.

} ou *Tf. T.* écrasés.

Ep. i. S. ou *T.* ; cellules plus ou moins rectangulaires, à parois colorées.

Nucelle résorbé.

Alb. 1 (*Spiraea*) ou 17 (*Rhodotypus*) assises, l'externe protéique.

Une lame nacrée.

Tribu des **Agrimoniées**: Genres *Agrimonia*, *Sanguisorba*, *Poterium*, *Alchemilla*.

Péricarpe (*Agrimonia*).

Ep. e., cellules tabulaires, petites.

Tf. e., 3 assises écrasées.

Tf. m., 1 assise de cellules cubiques, sclérifiées.

Tf. i.
Ep. i. } écrasés.

Ovules à deux téguments peu distincts ou confondus (*Agrimonia, Sanguisorba, Poterium*) ou franchement à un tégument (*Alchemilla*)[1] comprenant ensemble de 4 à 8 assises.

Spermoderme formé par le ou les deux téguments.

Ep. e. P. ou *T.* écrasé (*Agrimonia*) ou à cellules tabulaires (*Sanguisorba*) ou à parois cutinisées (*Alchemilla*) ou à paroi externe pourvue de petites aspérités (*Poterium*).

Tf. P.
Ep. i. P.
Ep. e. S.
Tf. S. } ou *Tf. T.* écrasés.

Ep. i. S. ou *T.* écrasé, rarement reconnaissable (*Agrimonia*), à cellules cubiques.

Alb. 1 assise protéique.

Une lame nacrée.

Tribu des **Rosées** : Genre *Rosa* (2).

Ovules anatropes à deux téguments intimement confondus, de 4 assises chacun.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules tabulaires à parois minces cutinisées, l'externe un peu plus épaisse.

Tf. P. écrasé.

Ep. i. P., cellules cubiques à parois cutinisées.

Ep. e. S.
Tf. S. } écrasés.

Ep. i. S., cellules plus ou moins rectangulaires.

Alb. une assise de grandes cellules.

Une lame nacrée.

[1] On sait aujourd'hui que les ovules d'*Alchemilla* n'ont pas de micropyle et que la fécondation y est chalazogame.

Tribu des **Rubées** : Genre *Rubus*.

Ovules à deux téguments confondus ; la primine à 4 assises, la secondine à 2 assises.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules polyédriques à paroi externe épaissie.

Tf. e. P., 1 assise de cellules polyédriques à parois minces.

Tf. i. P., 1 assise }
Ep. i. P., 1 assise } écrasés.

Ep. e. S. }
Ep. i. S. } cellules cubiques à parois minces et colorées.

Alb., 6 assises persistantes.

Une lame nacrée.

Tribu des **Potentillées** : Genres *Dryas*, *Geum*, *Fragaria*, *Potentilla*.

Ovules généralement à un tégument de 4 assises cellulaires, parfois *(Dryas)* à deux téguments, la primine à 4 assises, la secondine à 3 assises.

Spermoderme formé par le ou les téguments.

Ep. e. P. ou *T.* écrasé, à paroi externe épaissie, seule reconnaissable (*Fragaria*), ou cellules aplaties à paroi externe épaissie (*Geum*), ou cellules rectangulaires à parois plus ou moins épaissies *(Dryas, Potentilla)*.

Tf. T. écrasé *(Fragaria, Potentilla)*, ou à 2 assises de cellules à parois minces (*Geum*), ou bien *(Dryas)* :

Tf. e. P. 1 assise de cellules à parois minces.

Tf. i. P. }
Ep. i. P. }
Ep. e. S. } écrasés.
Tf. S. }

Ep. i. S. ou *T.* écrasé *(Fragaria, Potentilla)*, ou à cellules très grandes, cubiques, à parois minces, les latérales plissées *(Geum)*, ou cellules à parois minces colorées *(Dryas)*.

Alb. 1 (*Geum, Fragaria, Potentilla*) ou 8 (*Dryas*) assises protéiques.

Une lame nacrée.

Remarque. Le genre *Dryas*, par la structure de son spermoderme et de ses ovules, diffère considérablement des autres Potentillées, ce qui justifierait son classement dans une tribu spéciale.

Tribu des **Quillajées** : Genres *Quillaja, Exochorda.*

Ovules à deux téguments ; primine à 5 assises, secondine à 4 assises.

Spermoderme formé par les deux téguments.

Ep. e. P., cellules plus ou moins cubiques, à paroi externe épaisse.

Tf. e. P., 2 assises à parois minces.

Tf. i. P., 1 assise écrasée (*Quillaja*) ou à cellules à parois minces (*Exochorda*).

Ep. i. P. }
Ep. e. S. } écrasés.
Tf. S. }

Ep. i. S. écrasé (*Quillaja*), ou à cellules à parois minces (*Exochorda*).

Alb. 1 assise protéique.

Une lame nacrée.

Remarque. La lame nacrée, chez les Rosacées, a pour origine des assises internes de cellules de l'albumen fortement comprimées après que leur contenu a été entièrement résorbé.

40. — LÉGUMINEUSES.

Bibliographie : Bischoff (*21*), Schleiden (*214, 215*), Bergh (*17*), Le Monnier (*135*), Sorauer (*226*), Strasburger (*229*), Nobbe (*172*), Wiesner (*272*), Wittmack (*275*), Sempolowski (*221*), Strandmark (*228*), Chalon (*40*),

Haberlandt (*82*), Junowicz (*119*), Beck (*15*), Godfrin (*66*), Marloth (*152*), Harz (*91*), Mattirolo (*153*), Moeller (*161*), Pammel (*178*), Schimper (*212*), Gérard (*63*), Blondel (*22*), Holfert (*104*), Mattirolo e Buscalioni (*154*, *155*, *156*), Macchiati (*149*), Hérail et Bonnet (*101*), Macé (*150*), Tschirch und Oesterle (*240*), Claes et Thyes (*45*), Schips (*213*), Pfäfflin (*191*), Vogl (*254*), Lindinger (*141*), Taubert E.-P. (*55*), Schmidt (*218*).

GENRES *Abrus* (1), *Acacia* (1), *Amphicarpaea* (1), *Anagyris* (2), *Arachis* (1), *Astragalus* (2), *Baptistia* (8), *Brachysema* (2), *Burtonia* (1), *Caragana* (1), *Ceratonia* (1), *Chorizema* (3), *Cicer* (1), *Clitoria* (1), *Colutea* (1), *Cyclopia* (1), *Cytisus* (3), *Daviesia* (5), *Desmodium* (2), *Dillwynia* (4), *Dolichos* (3), *Ervum* (1), *Gastrolobium* (3), *Genista* (1), *Glycyrrhiza* (1), *Gompholobium* (4), *Gymnocladus* (1), *Hedysarum* (1), *Isotropis* (1), *Jacksonia* (2), *Kennedya* (1), *Lablab* (1), *Lathyrus* (2), *Latrobea* (1), *Lotus* (1), *Lupinus* (2), *Medicago* (1), *Mirbelia* (1), *Mucuna* (1), *Onobrychis* (1), *Oxylobium* (3), *Phaseolus* (7), *Phyllota* (1), *Physostigma* (1), *Piptanthus* (1), *Pisum* (2), *Pocockia* (1), *Pultenea* (7), *Rhynchosia* (2), *Robinia* (1), *Securigera* (1), *Soja* (2), *Sphaerolobium* (2), *Tetragonolobus* (2), *Thermopsis* (6), *Trigonella* (1), *Vicia* (5), *Vigna* (1), *Viminaria* (1), *Wistaria* (1).

OVULES campylotropes à deux téguments, rarement à un seul (certains *Lupinus*).

SPERMODERME formé par la primine ou par le tégument unique, rarement par la primine et la secondine (*Gymnocladus*, *Lathyrus*, *Vicia*, *Pisum*).

Ep. e. P. ou *T.*, assise palissadique, présentant une ligne lumineuse, à cellules à parois fortement épaissies, rarement (*Arachis*) cellules rectangulaires à autres caractères moins évidents.

Hypod. P. ou *T.* ; cellules en sablier, à parois plus ou moins épaisses, manquant rarement (*Arachis*).

Tf. P. ou *T.* | *Ep. i. P.* ou *T.* } assises plus ou moins nombreuses de cellules parenchymateuses à parois plus ou moins épaisses de plus en plus écrasées vers l'intérieur.

Ep. e. S. rarement persistant et reconnaissable.

41. — PASSIFLORACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Brandza (*27*), Harms E.-P. (*55*).

Genres *Passiflora* (2), *Adenia* (1).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules petites, tabulaires, à paroi externe épaisse (*Passiflora*) ou cellules palissadiques à parois externe et interne très épaisses (*Adenia*).

Ep. i. P. ; cellules grandes, un peu allongées radialement, à paroi interne fortement épaissie formant deux protubérances vers l'intérieur (*Passiflora*), ou cellules à parois toutes minces, laissant entre elles et celles de l'*Ep. e. P.* de grandes lacunes traversées par des filaments pluricellulaires (*Adenia*).

Ep. e. S., cellules prismatiques noires, à parois très épaisses, sclérifiées, canaliculées.

Tf. S., 1 assise écrasée (*Passiflora*) ou non, à contenu homogène (*Adenia*).

Ep. i. S., 1 assise assez semblable à la précédente.

42. — PARONYCHIACÉES.

Bibliographie : Harz (*91*), Pax E.-P. (*55*), Meunier (*158*), Weberbauer (*267*).

Genres *Corrigiola* (1), *Herniaria* (1), *Illecebrum* (1), *Paronychia* (1), *Tcleranthus* (1).

Péricarpe : Eléments lignifiés confinés à l'*Ep. e.* (*Illecebrum*), ou à l'*hypod.* (*Paronychia*), ou formant deux assises cohérentes (*Corrigiola*), ou trois assises externes (*Scleranthus*), ou nuls (*Herniaria*).

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et l'*Ep. N.* dont la cuticule est seule visible.

Ep. e. P., cellules tabulaires ou carrées, à paroi externe plus ou moins fortement épaissie.

Ep. i. P., cellules tabulaires.

Ep. e. S., cellules plus ou moins écrasées.

Ep. i. S., cellules plus ou moins étirées tangentiellement.

43. — PORTULACACÉES.

Bibliographie : Lohde (*142, 143*), Harz (*91*), Pax E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Meunier (*158*), Brandza (*27*), Weberbauer (*267*).

Genres *Calandrinia*, *Claytonia*, *Talinum*, *Montia*, *Portulaca*, *Grahamia.*

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules allongées longitudinalement, excepté chez *Talinum et Grahamia.*

Tf. parenchymateux, sauf parfois à l'assise externe où les parois sont épaisses, excepté chez *Calandrinia* où plusieurs assises ont les parois épaisses.

Ep. i., cellules à parois épaisses.

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et l'*Ep. N.*

Ep. e. P., cellules grandes à paroi externe épaisse et formant toutes (ou certaines plus petites chez *Portulaca*) des stalactites, à paroi interne épaisse (sauf chez *Montia* et *Portulaca*).

Tf. P., quand il existe (*Claytonia*, *Montia*, certains *Calandrinia)*, à cellules un peu aplaties, méatiques.

Ep. i. P., cellules plus ou moins légèrement aplaties (cristalligènes chez *Portulaca mucronata*).

Ep. e. S., cellules à cuticule, souvent totalement écrasées.

Ep. i. S., cellules plus ou moins fortement étirées tangentiellement, à parois striées.

Ep. N. à cuticule seule visible.

44. — AMYGDALÉES.

Bibliographie : Vesque (*251*), Godfrin (*66*), Harz (*91*), Focke E.-P. (*55*), Bordzilowski (*24*), Holfert (*104*), Péchoutre (*188*).

Genres *Cerasus* (2), *Prunus* (3), *Armeniaca* (1), *Amygdalus* (1), *Persica* (1).

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules petites, à parois épaisses, surtout l'externe recouverte d'une cuticule.

Tf. e., quelques assises de petites cellules à parois un peu épaissies, collenchymateuses.

Tf. m., assises plus ou moins nombreuses de grandes cellules parenchymateuses.

Tf. i., assises plus ou moins nombreuses de cellules petites, sclérifiées, canaliculées.

Ep. i., multiple, à cellules petites, sclérifiées, canaliculées.

Ovules à deux téguments ; primine de 5 à 8 assises, secondine de 3 à 6 assises de cellules.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et parfois le nucelle.

Ep. e. P., cellules irrégulièrement sphériques, de taille inégale, généralement grandes, à parois sclérifiées, canaliculées, à cavité large, parfois notablement plus hautes (*Amygdalus*) ou très inégales (*Persica*).

Tf. P. } généralement écrasés, rarement persistants
Ep. i. P. } (*Persica*).

Ep. e. S. }
Tf. S. } écrasés.

Ep. i. S. écrasé (*Cerasus*, *Armeniaca*) ou persistant à cellules plus ou moins rectangulaires (*Prunus*, *Amygdalus*) ou à paroi interne épaissie (*Persica*).

Nucelle résorbé (*Prunus*, *Amygdalus*, *Persica*) ou écrasé (*Cerasus*, *Armeniaca*).

Alb. ; 1 assise de cellules cubiques grandes (*Armeniaca*) ou arrondies (*Amygdalus*, *Persica*) ou 12 (*Prunus*) ou 15 (*Cerasus*) assises de cellules cubiques.

Une lame nacrée.

45. — RHAMNACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Lindau (*140*), Brandza (*27*), Weberbauer E.-P. (*55*).

Genres *Rhamnus* (1), *Zizyphus* (1).

Ovules anatropes à deux téguments[1] de 7 assises de cellules.

Spermoderme formé par la primine et le nucelle, la secondine se résorbant.

Ep. e. P., cellules cubiques (*Rhamnus*) ou prismatiques (*Zizyphus*), à parois épaisses, sclérifiées et à cavité étoilée.

Tf. P., 5 assises } cellules écrasées.
Ep. i. P., 1 assise }

Ep. N., 1 assise de cellules petites, carrées, à parois épaisses, brunes.

46. — LYTHRACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Brandza (*25*, *27*), Koehne E.-P. (*55*), Correns (*46*), Grütter (*70*), Koehne E. (*56*).

Genres *Cuphea*, *Lythrum*.

[1] Brandza ne leur attribue qu'un tégument.

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et quelques restes du nucelle.

Ep. e. P., cellules grandes (*Cuphea*) ou étroites (*Lythrum*) à parois épaisses. A la face interne de la paroi externe existe un prolongement mucilagineux, filiforme spiralé (*Cuphea*) ou droit (*Lythrum*).

Tf. P., plusieurs assises de cellules à parois un peu épaissies, contenant protoplasme, chlorophylle et amidon (*Cuphea*) ou parenchymateuses, l'assise moyenne formée de cellules plus grandes, l'interne écrasée (*Lythrum*).

Ep. i. P., cellules cristalligènes, plus ou moins cubiques, à parois interne et latérales fortement sclérifiées dont (chez *Lythrum*) l'ensemble forme une bande très réfringente.

Ep. e. S., cellules allongées longitudinalement, à cavité réduite, les parois étant fort épaissies, tout au moins (chez *Lythrum*) l'interne et les latérales, pourvues (chez *Cuphea*) de stries entrecroisées.

Ep. i. S., cellules allongées longitudinalement, à parois faiblement épaissies (*Cuphea*) ou à parois interne et latérales épaisses et à cavité réduite (*Lythrum*).

Ep. N. }
Tf. N. } écrasés.

47. — MÉLASTOMACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Krasser E.-P. (*55*).

Genre *Centradenia* (1).

Ovules à deux téguments.

Les graines des plantes de cette famille n'ont pas encore fait l'objet de recherches anatomiques.

48. — POMACÉES.

Bibliographie : Vesque (*251*), Godfrin (*66*), Harz (*91*).

Gérard (*63*), Bordzilowski (*24*), Focke E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Hérail et Bonnet (*101*), Péchoutre (*188*).

GENRES *Pirus* (2), *Malus* (1), *Sorbus* (1), *Cydonia* (1), *Chænomeles* (1), *Amelanchier* (1), *Photinia* (1), *Crataegus* (1), *Mespilus* (1), *Cotoneaster* (1).

Péricarpe résultant de la soudure du calice avec le tissu carpellaire.

Ep. e. de forme assez variable, pourvu d'une cuticule plus ou moins épaisse.

Tf. e., cellules ordinairement petites, souvent mêlées d'éléments sclérifiés.

Tf. m. (mésocarpe) formé en majeure partie par le parenchyme correspondant au calice, en faible partie par les carpelles, à cellules grandes parenchymateuses.

Tf. i. souvent assez semblable au *Tf. e.*, parfois plus ou moins sclérifié (*Pirus*, *Sorbus*, *Mespilus*), ou mucilagineux (*Cydonia*).

Ep. i., cellules à parois épaisses, plus ou moins fortement mucilagineuses.

OVULES à deux téguments ; primine de 5 (*Crataegus*, *Mespilus*, *Cotoneaster*), 7 à 9 (*Sorbus*, *Cydonia*, *Chænomeles*, *Amelanchier*, *Photinia*), ou 12 ou 13 assises (*Pirus*, *Malus*) ; secondine de 3 (*Crataegus*, *Mespilus*, *Cotoneaster*), 4 ou 5 (*Sorbus*, etc.), 6 (*Pirus*) ou 7 assises (*Malus*).

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et des restes du nucelle.

Ep. e. P., cellules petites, rectangulaires (*Chænomeles*, *Mespilus*, *Cotoneaster*) ou cubiques, et dans ce cas, à parois assez épaisses (*Malus*) ou très épaisses, la cavité étant très étroite (*Crateagus*) ou les cellules étant très grandes (*Photinia*), ou bien cellules plus ou moins hautes cylindriques (*Pirus*, *Cydonia*, *Amelanchier*, *Sorbus*), le plus souvent simplement gélifiables ou bien fortement (*Sorbus*) ou modérément (*Photinia*, *Crataegus*, *Mespilus*, *Cotoneaster*) mucilagineuses.

Tf. e. P., cellules sclérifiées polygonales en 9 (*Pirus*), 8 (*Malus*), 4 (*Sorbus*, *Cydonia*, *Chænomeles*) assises, ou

arrondies en 6 (*Amelanchier*), ou 4 (*Photinia*) assises, ou cellules à parois minces, arrondies, un peu aplaties (*Mespilus*, *Cotoneaster*) ou écrasées (*Crataegus*). Les parois des cellules sont brunes dans *Sorbus* et *Amelanchier*.

Tf. i. P., 1 à 3 assises } écrasées, rarement (*Crataegus*)
Ep. i. P., 1 assise } persistantes et sans adhérence.

Ep. e. S., écrasé.

Tf. S., homogène, écrasé (*Photinia*, *Crataegus*, *Mespilus*, *Cotoneaster*), ou bien différencié en :

Tf. e. S., 1 ou 2 assises écrasées ;

Tf. i S., 2 ou 3 assises de cellules à parois minces, grandes (*Pirus*), ou plus ou moins plates (*Malus*, *Sorbus*, *Cydonia*, *Chænomeles*, *Amelanchier*).

Ep. i. S., cellules plus ou moins tabulaires, parfois assez grandes (*Mespilus*, *Cotoneaster*) à parois minces, parfois colorées (*Pirus*, *Crataegus*, *Mespilus*, *Cotoneaster*).

Ep. N., cellules carrées (*Malus*, *Sorbus*) ou rectangulaires (*Crataegus*), à paroi externe rarement très épaisse (*Malus*), ou cellules ne persistant pas toujours (*Pirus*, *Cydonia*, *Chænomeles*, *Amelanchier*, *Photinia*), ou jamais (*Mespilus*, *Cotoneaster*), et dans ces derniers cas, uni au *Tf. N.*

Tf. N. écrasé en une couche membraniforme.

Alb. ; 2 (*Pirus*), 3 (*Malus*), 4 (*Sorbus*, etc.), 9 (*Mespilus*, *Cotoneaster*), ou 15 ou 16 (*Crataegus*) assises de cellules carrées plus ou moins persistantes.

Une lame nacrée.

49. — ARALIACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Gérard (*63*), Voigt (*256*), Lindau (*140*), Harms E.-P. (*55*), Ducamp (*53*).

Genres *Acanthopanax* (1), *Aralia* (2), *Hedera* (1), *Heptapleurum* (1), *Meryta* (1), *Oreopanax* (1), *Panax* (1).

PÉRICARPE : *Ep. e.* } détruits.
Tf. e. }

Tf. m., 1 assise de cellules tabulaires à parois épaisses (*Hedera*), ou deux assises pareilles (*Meryta*), ou 6 assises environ de cellules à parois irrégulièrement épaissies (*Acanthopanax*), ou de fibres obliques (*Aralia racemosa*), ou bien *Tf. m.* détruit.

Tf. i., fibres longitudinales en 1 (*Heptapleurum*, *Oreopanax*), 2 (*Acanthopanax*, *Hedera*), 4 (*Aralia trifoliata*, *Panax*), 5 (*Aralia racemosa*), ou 7 (*Meryta*) assises.

Ep. i., cellules tabulaires à parois épaisses, rarement (*Aralia racemosa*) fibres longitudinales.

OVULES à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument :

Ep. e. T., cellules grandes à section carrée, à parois minces, l'externe un peu plus épaisse (*Heptopleurum*, *Oreopanax*, *Hedera*), ou cellules tabulaires.

Hypod. T. (chez *Aralia racemosa* seulement) semblable à l'*Ep. e. T.*, souvent écrasé.

Tf. T., } écrasés en une couche membraniforme.
Ep. i. T., }

50. — LORANTHACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Decaisne (*49*), Engler E.-P. (*55*), Van Tieghem (*246*).

GENRES *Viscum* (1), *Nuytsia* (1).

OVULES sans téguments. Dans la graine, l'embryon est protégé par un périsperme.

51. — RIBÉSIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Warming (*266*), Vesque (*251*), Engler E.-P. (*55*).

Genre *Ribes* (1).

Ovules à deux téguments.

L'anatomie des graines de cette famille n'a pas encore été faite.

52. — CACTACÉES.

Bibliographie : Montemartini (*163*), Schumann E.-P. (*55*).

Genre *Opuntia*.

Ovules anatropes à deux téguments.

Je n'ai pu me procurer le travail de Montemartini.

53. — MÉSEMBRYANTHÉMACÉES.

Bibliographie : Pax E.-P. (*55*), Meunier (*158*), Weberbauer (*267*).

Genres *Mesembryanthemum* (6), *Telephium* (1), *Tetragonia* (1).

Péricarpe : 2 ou plusieurs assises externes sclérifiées.

Ovules campylotropes à deux téguments de 2 assises chacun.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et la cuticule de l'*Ep. N.*

Ep. e. P., cellules à parois minces aplaties, à contenu brun (*Tetragonia*) ou bien cellules carrées (*Mesembryanthemum*) ou prismatiques (*Telephium*), à paroi externe très épaisse, bombée en coupole, formant intérieurement des creux avec (*Mesembryanthemum*) ou sans (*Telephium*) stalactites, recouverte d'une cuticule plus ou moins épaisse.

Ep. i. P., cellules aplaties tangentiellement, à parois généralement peu épaisses, cristalligènes (*Mesembryanthemum*, *Tetragonia*), ou bien cellules grandes, allongées radialement, à contenu brun (*Telephium*).

Ep. e. S., cellules plus ou moins fortement écrasées, à cuticule seule distincte.

Ep. i. S., cellules à parois striées, tantôt arrondies et plus ou moins étirées tangentiellement (*Mesembryanthemum*, *Telephium*), tantôt grandes, carrées (*Tetragonia*).

Ep. N. écrasé à cuticule seule distincte.

54. — MYRTACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Baroni (*13*), Niedenzu E.-P. (*55*).

Genre *Eugenia* (1).

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules très serrées les unes contre les autres ; pas de stomates.

Tf. e., plusieurs assises de cellules isodiamétriques, parenchymateuses.

Tf. m., quelques assises cristalligènes.

Tf. i., 2 assises à contenu coloré.

Ep. i., cellules à contenu coloré.

Ovule anatrope ou campylotrope.

Spermoderme souvent écrasé en une pellicule cornée ou coriace, parfois une assise persistante intimement soudée au péricarpe.

55. — LOASACÉES.

Bibliographie : Brandza (*27*), Gilg E.-P. (*55*).

Genres *Blumenbachia*, *Loasa*, *Microsperma*.

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument partiellement résorbé.

Ep. e. T., cellules à parois latérales très épaisses, ou bien (*Microsperma*) petites cellules tabulaires à contenu bleu et à cuticule à reliefs.

Tf. e. T. résorbé (sauf chez *Microsperma*).

Tf. i. T. }
Ep. i. T. } résorbés.

56. — ONAGRACÉES.

Bibliographie : Röber (*204*), Vesque (*251*), Harz (*91*), Brandza (*25*, *27*), Holfert (*104*), Raimann E.-P. (*55*), Kayser (*123*), Gibelli e Ferrero (*65*).

Genres *Boisduvalia* (1), *Clarkia* (1), *Epilobium* (1), *Godetia* (1), *Oenothera* (2), *Trapa* (1).

Ovules anatropes à deux téguments ; primine à 2, rarement 3 (*Oenothera*) assises ; secondine à 2 assises.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et des restes du nucelle.

Ep. e. P., cellules cubiques ou radialement allongées à paroi externe bombée, seule épaissie (certains *Oenothera*) ou à parois toutes épaissies (épaississements spiralés et sclérifiés chez *Trapa*).

Tf. P. (chez *Oenothera* seulement), 2 ou 3 assises de cellules plus ou moins écrasées.

Ep. i. P., cellules cubiques à parois sclérifiées, les internes et latérales fortement épaissies (épaississements spiralés chez *Trapa*), à cavité plus ou moins oblitérée. parfois cristalligènes (certains *Oenothera*).

Ep. e. S., cellules petites, prismatiques ou fusiformes (*Trapa*), à parois plus ou moins fortement sclérifiées (épaississements spiralés chez *Trapa*).

Tf. S. (chez *Trapa* seulement) ; 0 à 2 assises semblables à l'*Ep. e. S.*

Ep. i. S., semblable à l'*Ep. e. S.* (*Trapa*, *Oenothera biennis*), ou bien cellules à parois minces.

Ep. N., cellules petites, cubiques.

Tf. N. écrasé.

57. — SAXIFRAGACÉES.

Bibliographie : Röber (*204*), Vesque (*251*). Engler E.-P. (*55*).

Genres *Chrysosplenium* (2), *Saxifraga* (3), *Heuchera* (1).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules écrasées à cuticule résistante.

Ep. i. P. }
Ep. e. S. } écrasés.
Ep. i. S. }

58. — OMBELLIFÈRES.

Bibliographie : Poisson (*198*), Harz (*91*), Tanfani (*230*, *231*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Hérail et Bonnet (*101*), Kayser (*120*, *123*), Tschirch und Oesterle (*240*), Briquet (*29*, *30*, *31*), Van Wisseling (*249*), Drude E.-P. (*55*), Bochman (*23*), Perrot (*189*).

Genres *Daucus* (1), *Danaea* (1), *Conium* (1), *Scandix* (1), *Chaerophyllum* (3), *Fœniculum* (1), *Carum* (1), *Pimpinella* (3), *Bupleurum* (3), *Petroselinum* (1), *Oenanthe*, *Æthusa* (1), *Anethum* (1), *Cuminum* (1), *Coriandrum* (1), *Rhyticarpus*, *Angelica* (1), *Ægopodium* (1), *Apium* (1), *Cicuta* (1), *Heracleum* (1), *Pastinaca* (1), *Ptychotis* (1), *Anthriscus* (3).

Péricarpe à structure variable suivant les genres et même suivant les espèces :

Ep. e. glabre ou à poils raides, simples ou ramifiés (*Daucus Carota*).

Tf. parenchymateux, rarement collenchymateux, présentant des canaux résinifères d'origine variable et des ilots de sclérenchyme vers l'intérieur des faisceaux libéro-ligneux qui sont souvent rapprochés deux à deux.

Ep. i., cellules ordinairement allongées transversalement.

Ovules anatropes à un tégument, à nombreuses assises cellulaires.

SPERMODERME formé par le tégument. Albumen abondant.

Ep. e. T., cellules aplaties, à parois minces, souvent écrasées, à contenu souvent coloré.

Tf. T. | résorbés ou tout au moins fortement écrasés
Ep. i. T. | contre l'albumen.

59 — HALORRHAGIDACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Petersen E.-P. (55), Fauth (57).

GENRES *Hippuris* (1), *Myriophyllum* (1).

PÉRICARPE : *Ep. e.*, cellules tabulaires (*Myriophyllum*). ou volumineuse (*Hippuris*), polygonales de face, à paroi externe peu épaisse (*Myriophyllum*), ou très épaisses avec cuticule très développée et striée longitudinalement (*Hippuris*).

Tf. e., parenchyme plus ou moins lâche, à cellules de moins en moins grandes vers l'intérieur ; chez *Myriophyllum*, les extérieures renferment de l'oxalate de chaux, les intérieures un corps gras.

Tf. m., sclérenchyme à cellules tantôt isodiamétriques et à cavité assez grande (*Hippuris*), tantôt allongées tangentiellement (*Myriophyllum*).

Tf. i., sclérenchyme à cellules à parois sclérifiées et ponctuées, parfois allongées longitudinalement.

Ep. i., cellules sclérifiées, allongées, à cavité très réduite.

OVULES anatropes à un seul tégument.

SPERMODERME formé par le tégument, et parfois (*Myriophyllum*) par des restes du nucelle. Graine caronculée.

Ep. e. T., cellules palissadiques et sclérifiées (*Hippuris*), ou cellules à parois minces, palissadiques près de la caroncule (*Myriophyllum*).

Tf. T., cellules à parois minces, parfois (*Myriophyllum*) écrasées.

Ep. i. T., cellules écrasées (*Myriophyllum*), ou bien cellules scléreuses, isodiamétriques, à parois épaisses et ponctuées (*Hippuris*).

Nucelle résorbé (*Hippuris*), ou écrasé en une lame épaisse (*Myriophyllum*).

Alb., plusieurs assises de cellules à contenu aleurique.

Sous-classe III. — Gamopétales supérovariées.

60. — ÉRICACÉES.

Bibliographie : Drude E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Artopœus (8).

Genres *Gaultheria* (1), *Arbutus*, *Vaccinium*, *Macleania*, *Calluna*, *Bruckenthalia*, *Erica*, *Clethra*.

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme (*Gaultheria*) formé par le tégument.

Ep. e. T., assise palissadique de cellules prismatiques, à parois épaisses, ponctuées.

Tf. T., plusieurs assises parenchymateuses.

Ep. i. T., cellules à parois plus ou moins épaisses.

Remarque : Le travail d'Artopœus ne donne aucun renseignement sur la structure des différentes couches du spermoderme.

61. — ÉPACRIDACÉES.

Bibliographie : Drude E.-P. (*55*, Artopœus (*8*).

Genres *Epacris*, *Styphelia*.

Ovules anatropes à un tégument.

Remarque. Voyez la remarque précédente.

62. — PLOMBAGINACÉES.

Bibliographie : Pax E.-P. (*55*), Weberbauer (*267*), Billings (*20*).

Genres *Acantholimon*, *Ægilitis*, *Ceratostigma*, *Goniolimon* (1), *Plumbagella*, *Statice* (1), *Armeria* (2).

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules à parois épaissies à ponctuations transversales.

Tf. présentant un cordon médian de cellules à parois épaisses, sclérifiées.

Ovules anatropes à deux téguments de 2 assises chacun.
Spermoderme formé par la primine seule.
Les détails cytologiques ne sont pas donnés.

63. — PRIMULACÉES.

Bibliographie : Gressner (*68*), Warming (*266*), Vesque (*251*), Pax E.-P. (*55*), Weberbauer (*267*), Billings (*20*), Decrock (*50*).

Genres *Ardisiandra*, *Apochoris*, *Asterolinum*, *Bryocarpum*, *Coris*, *Cortusa*, *Cyclamen*, *Dodecatheon*, *Glaux*, *Hottonia*, *Lubinia*, *Lysimachia*, *Naumburgia*, *Pelletiera*, *Primula*, *Samolus*, *Soldanella*, *Steironema*, *Trientalis*, *Anagallis*, *Androsace*, *Aretia*, *Centunculus*, *Douglasia*, *Dyonisia*, *Kaufmannia*, *Pomatosace*, *Stimpsonia*.

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules à parois épaisses.

Tf. homogène, parenchymateux (*Pelletiera*, *Asterolinum*, *Apochoris*), ou sclérenchymateux *Soldanella*, *Bryocarpum*, *Coris*), ou différencié en *Tf. e.* et *Tf. i.*, celui-ci présentant des parois cellulaires plus épaisses (*Lysimachia*, *Naumburgia*, *Steironema*, *Trientalis*, *Lubinia*), ou plus minces (*Primulinées*, *Samolus*, *Glaux*, *Dodecatheon*) que le *Tf. e.*

Ep. i., cellules à parois épaisses.

Ovules plus ou moins anatropes à deux téguments, primine à 2 assises de cellules ; secondine à 3 assises, rarement 6 (certains *Primula*) ; rarement à un seul tégument (*Douglasia*, 6 à 10 assises ; *Cyclamen*, 2 assises).

Spermoderme formé par le ou les téguments.

Ep. e. P. ou *T.*, cellules prismatiques, volumineuses (*Primula*, *Bryocarpum*, *Hottonia*, *Naumburgia*, *Glaux*, *Dodecatheon*, *Coris*, etc.), ou tabulaires (*Douglasia*, *Samolus*, *Lubinia*), papilleuses (*Primula*, *Hottonia*, *Naum-*

burgia, Coris, Cyclamen, etc.) ou non, mais alors à paroi externe très épaisse (*Douglasia, Bryocarpum Samolus, Lubinia, Glaux, Dodecatheon*); les autres parois en général épaisses.

Ep. i. P. ou *T.*; cellules en général plus ou moins carrées, à parois interne et latérales cellulosiques très épaisses, ou bien cellules tangentiellement allongées (*Cyclamen*), ou prismatiques (*Coris*), dans tous les cas cristalligènes.

Ep. e. S. } ou *Tf. T.*; cellules aplaties plus ou moins
Tf. S. } écrasées.

Ep. i. S.; cellules tabulaires, en général plus ou moins écrasées, rarement non (*Samolus*).

64. — OLÉACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Pirotta (*195*), Brandza (*27*), Knoblauch E.-P. (*55*), Westermaier (*269*), Billings (*20*).

Genres *Fraxinus* (1), *Forsythia* (1), *Syringa* (3), *Ligustrum* (2), *Fontanesia* (1).

Ovules anatropes à un tégument très long, à raphé se prolongeant au-delà de la chalaze jusqu'au micropyle ; *Ep. N.* multiple au sommet.

Spermoderme pellucide formé par les assises écrasées du tégument.

65. — PLANTAGINACÉES.

Bibliographie : Uloth (*242*), Vesque (*251*), Godfrin (*66*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Buscalioni (*37*), Harms und Reiche E.-P. (*55*), Fauth (*57*).

Genres *Plantago* (7), *Littorella* (1).

Péricarpe. *Ep. e.*; cellules tabulaires, polygonales, de face, tantôt à parois latérales et interne minces et l'externe

très épaisse (*Plantago*), ou bien à paroi externe et latérales peu épaisses et l'interne mince (*Littorella*).

Tf. e.; une (rarement 2) assise de cellules, tantôt hémisphériques, bombées vers l'intérieur, à parois minces, à large cavité (*Littorella*), tantôt un peu allongées longitunalement, à parois ponctuées, à contenu rouge (*Plantago*).

Tf. i.; une assise de cellules, tantôt grandes, palissadiques, à parois sclérifiées, ponctuées, les latérales plissées en soufflet (*Littorella*), tantôt assez allongées longitudinalement, à parois très épaisses, ponctuées, à contours ondulés de face (*Plantago*).

Ep. i.; cellules fibreuses. allongées longitudinalement, à parois sclérifiées et ponctuées.

Ovules campylotropes à un tégument épais.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T. ; cellules à paroi externe convexe, épaisse, tantôt grandes plus ou moins carrées (*Plantago*) à mucilage, tantôt allongées longitudinalement (*Littorella*).

Tf. T. plus ou moins écrasé, parfois même résorbé.

Ep. i. T. ; cellules à parois épaisses, à contenu solide brun (*Plantago*), ou bien cellules écrasées (*Littorella*).

66. — AQUIFOLIACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Kronfeld E.-P. (*55*).

Genre *Ilex*.

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T.; cellules tabulaires à paroi interne et la partie interne des parois latérales épaissies et fortement canaliculées, à paroi externe mince et plane.

Tf. T. ; parenchyme à cellules à parois minces.

Ep. i. T. ; cellules tabulaires, à parois minces, à contenu brun.

Alb. charnu.

67. — NÉMOPHILACÉES.

Bibliographie : Strandmark (*228*), Peter E.-P. (*55*), Billings (*20*).

Genres *Nemophila* (1), *Phacelia* (3).

Ovules anatropes à un tégument de 2 assises.

Spermoderme formé par le tégument entièrement écrasé.

Ep. e. T. } écrasés.
Ep. i. T. }

68. — CONVOLVULACÉES.

Bibliographie : Lohde (*142*), Strandmark (*228*), Junowicz (*119*), Harz (*91*), Mattirolo (*153*), Holfert (*104*), Peter E.-P. (*55*), Kayser (*123*).

Genres *Convolvulus* (7), *Ipomœa* (3), *Pharbitis* (1), *Quamoclit* (1).

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T. ; cellules à parois minces formant des papilles tantôt cylindriques (*Pharbitis*) ou effilées (*Quamoclit*) sur toutes les cellules, tantôt vésiculeuses, arrondies sur certaines cellules (*Ipomœa*), ou bien cellules à parois épaisses, canaliculées, plus hautes par groupes les unes que les autres et formant des verrues (*Convolvulus*).

Tf. e. T. ; une assise de petites cellules irrégulièrement cubiques (*Convolvulus*) ou 2 assises de cellules en palissade à parois épaisses et à ligne lumineuse, l'assise externe présentant çà et là des cellules cubiques à parois minces (*Ipomœa*).

Tf. m. T. ; 2 assises de cellules prismatiques à parois très épaisses et à cavité oblitérée, avec ligne lumineuse à l'assise externe (*Convolvulus*), ou bien 1 assise de cellules prismatiques aux endroits correspondant à ceux où les

cellules de l'assise externe du *Tf. e. T.* sont cubiques (*Ipomœa*).

Tf. i. T. }
Ep. i. T. } écrasés.

69. — CUSCUTACÉES.

Bibliographie : Strandmark (*228*), Koch (*126*, *127*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Peter E.-P. (*55*).

Genre *Cuscuta*.

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T. ; cellules arrondies, à cuticule, à parois brunes, à mucilage.

Tf. e. T. ; cellules à parois brunes, modérément épaissies, les unes plus longues, palissadiques, les autres plus courtes, cubiques.

Tf. m. T., 1 assise de cellules palissadiques, grandes, à parois épaisses, sclérifiées, à cavité étroite.

Tf. i. T. }
Ep. i. T. } écrasés.

Remarque : Cette structure indique les rapports étroits qui relient les Cuscutacées aux Convolvulacées.

70. — POLÉMONIACÉES.

Bibliographie : Licopoli (*138*), Brandza (*27*), Peter E.-P. (*55*), Billings (*20*).

Genres *Cobaea* (1), *Polemonium* (3), *Phlox* (1), *Leptosiphon* (1), *Collomia* (1), *Gilia* (3).

Ovules anatropes ou semi anatropes à un tégument à nombreuses assises de cellules.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules irrégulières, allongées en papilles (*Cobaea*) ou non, à parois munies d'épaississements spiralés.

Tf. e. T. généralement écrasé, ou bien (*Cobaea*) 3 ou 4 assises de cellules arrondies, un peu aplaties, à parois sclérifiées.

Tf. i. T. écrasé.

Ep. i. T. généralement écrasé, ou bien (*Cobaea*) cellules un peu aplaties, à parois externe et latérales chiffonées, à paroi interne épaisse.

71. — GENTIANACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Johow (*114*), Holm (*106*), Gilg E.-P. (*55*), Billings (*20*), Guérin (*76*, *77*), Fauth (*57*).

Genres *Exacum* (12), *Sebaea* (8), *Belmontia* (1), *Faroa* (1), *Microcala* (1), *Curtia* (3), *Geniostemon* (1), *Cicendia* (1), *Sabbatia* (6), *Erythraea* (25), *Chlora* (3), *Canscora* (4), *Bartonia* (2), *Obolaria* (1), *Chironia* (2), *Orphium* (1), *Crawfurdia* (2), *Gentiana* (75), *Ixanthus* (1), *Pleurogyne*, *Sweertia* (13), *Halenia* (8), *Lisianthus* (2), *Eustoma* (2), *Zonanthus* (1), *Rusbyanthus* (1), *Senaea* (1), *Schultesia* (1), *Coutoubea* (4), *Voyriella* (1), *Leiphaimos* (2), *Limnanthemum* (3), *Menyanthes* (1), *Nephrophyllidium* (1), *Villarsia* (3), *Liparophyllum*.

Péricarpe (*Leiphaimos*) : *Ep. e.* cellules petites, à parois minces, l'externe plus épaisse, à cuticule.

Tf. e., 2 assises de cellules parenchymateuses à parois minces.

Tf. i., 1 assise de cellules allongées radialement, à épaississements en fer à cheval.

Ep. i., cellules à paroi interne très épaisse, les autres minces.

Ovules généralement à un tégument, rarement (*Leiphaimos*, *Obolaria*) sans tégument ; nombre d'assises du tégument très variable : 16 à 20 (*Menyanthes* et genres voisins), 10 à 12 (*Sebaea*, *Crawfurdia*), 8 (*Cicendia*, *Sabbatia*,

Microcala, beaucoup de *Gentiana*), 6 (*Erythraea*, *Chlora*). 2 ou 3 (*Gentiana ciliata* L.).

SPERMODERME formé par le tégument, ou (chez *Leiphaimos*) par le nucelle.

Ep. e. T. ; cellules à parois toutes épaisses et sclérifiées (*Menyanthoïdées* et *Gentiana bella* Franch), ou toutes minces (*Canscora*, *Sweertia*, *Curtia*, certains *Gentiana*, etc.), ou les latérales et internes seules épaissies, à reliefs variables suivant les espèces ; parfois des poils ou crêtes (*Limnanthemum*, certains *Gentiana*, etc.).

Tf. T. résorbé ou fortement écrasé (*Gentianoïdées*), ou plus ou moins persistant (*Menyanthoïdées*), parfois même (*Menyanthes trifoliata* L.) à 15 assises de cellules sclérifiées, les plus internes étant parenchymateuses.

Ep. i. T. résorbé.

Ep. N. (*Leiphaimos*) ; cellules allongées longitudinalement, à parois toutes munies d'épaississements spiralés (*L. aphylla*), ou les internes seules munies d'épaississements perlés (*L. trimitatis*).

REMARQUE : Les *Voyria* étudiés par Johow sont incorporés ici dans le genre *Leiphaimos*.

72. — LOGANIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Holfert (*104*), Tschirch und Oesterle (*240*), Solereder E.-P. (*55*).

GENRE *Strychnos* (1), *Geniostoma*, *Labordia*, *Chilianthus*, *Gomphostigma*, *Fagraea*, *Couthovia*, *Adenoplea*, *Adenoplusia*, *Nicodemia*, *Spigelia*.

OVULES anatropes à un tégument de plusieurs assises.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T. ; cellules allongées en poils longs, recourbés, à parois très épaisses à la base et pourvus le long des parois latérales de lignes d'épaississement (*Strychnos*) ; ou bien

cellules à parois interne et latérales (*Geniostoma*, *Labordia*), ou latérales seules (*Chilianthus*, *Gomphostigma*, *Fagraea*), rarement toutes les parois (*Couthovia*) munies d'épaississements caractéristiques ; ou bien cellules ordinaires (*Adenoplea*, *Adenoplusia*, *Nicodemia*) contenant parfois de la chlorophylle (*Spigelia*).

Tf. e. T. ; environ 8 assises de cellules écrasées.

Tf. i. T. } résorbés.
Ep. i. T. }

73. — SOLANACÉES.

Bibliographie : Chatin (*41*), Lohde (*142*), Strandmark (*228*), Herlant (*102*), Harz (*91*), Hanausek (*86*), Briosi e Torquato (*28*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Claes et Thyes (*43*, *44*), Tschirch und Oesterle (*240*), Schlotterbeck (*217*), Hartwich (*90*), Siim-Jensen (*222*), von Wettstein E.-P. (*55*), Bochman (*23*).

Genres *Atropa* (1), *Capsicum* (1), *Datura* (4), *Hyosciamus* (1), *Lycium* (1), *Lycopersicum* (1), *Mandragora* (1), *Nicandra* (1), *Nicotiana* (2), *Petunia* (1), *Physalis* (1), *Scopolia* (1), *Solanum* (8).

Ovules anatropes à un tégument de 7 à 9 assises.

Spermoderme formé par le tégument et quelques restes du nucelle.

Ep. e. T. ; cellules isodiamétriques, parfois un peu allongées, rarement (*Lycopersicum*) prismatiques, très allongées, à paroi externe en général mince, parfois (*Capsicum*, *Physalis*, *Solanum*) un peu, rarement (*Datura*) fortement épaissies, à parois latérales en général partiellement épaissies, ou parfois entièrement (*Datura*, *Solanum*, *Capsicum*, *Physalis*), à paroi interne toujours très épaisse.

Tf. T. plus ou moins fortement écrasé, parfois (*Capsicum*) 2 à 4 assises externes parenchymateuses méatiques, le reste écrasé.

Ep. i. T. écrasé, sauf chez *Capsicum*, où il présente des cellules petites écrasées.

Ep. N. absent (*Capsicum*), ou à cellules aplaties (*Datura, Hyosciamus*), à parois épaisses (*Datura*).

74.— APOCYNACÉES.

Bibliographie : Nevinny (*169*), Tschirch und Oesterle (*240*), Tschirch und Schad (*241*), Schumann E.-P. (*55*), Billings (*20*).

Genres *Kickxia* (1), *Strophantus* (3), *Amsonia* (1), *Apocynum* (1).

Ovules campylotropes à un tégument de 5 à 10 assises.

Spermoderme formé par une partie du tégument.

Ep. e. T.; cellules rectangulaires à parois interne et latérales irrégulièrement épaissies, ou bien (*Strophantus*) cellules toutes ou quelques unes allongées en poils à épaississements annulaires, avec, dans certaines espèces, des granules brunâtres.

Tf. T.; plusieurs assises de parenchyme à parois minces plus ou moins écrasées, avec parfois (*Strophantus*) des cristaux.

Ep. i. T. résorbé.

75. — ASCLÉPIADACÉES.

Bibliographie : Holfert (*104*), Schumann E.-P. (*55*), Billings (*20*).

Genres *Vinceloxicum* (2), *Asclepias* (3).

Ovules anatropes à un tégument de 8 assises environ.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T.; cellules presque isodiamétriques, à paroi externe plus ou moins épaissie, les autres parois l'étant toujours moins et formant (chez *Asclepias*) une protubérance ponctiforme au milieu de chaque cellule.

Tf. e. T.; plusieurs assises écrasées.

Tf. i. T. }
Ep. i. T. } le plus souvent résorbés.

76. — BORAGINACÉES.

Bibliographie : Chatin (*41*), Warming (*266*), Vesque (*251*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Olbers (*176*), Brandza (*27*), Guignard (*80*), Gürke E.-P. (*55*).

Genres *Borago*, *Anchusa*, *Symphytum*, *Echium*, *Cynoglossum*, *Echinospermum*, *Eritrichium*, *Lindelofia*, *Lithospermum*, *Myosotis*, *Nonnea*, *Omphalodes*, *Solenanthus*, *Heliotropium*, *Tournefortia*.

Ovules anatropes unitégumentés.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules à paroi externe très épaisse, ou (chez *Heliotropium* et *Tournefortia*) cellules grandes, carrées ou tabulaires, à parois interne et latérales très épaisses.

Tf. e. T., parenchyme de 10 à 12 assises de cellules irrégulières, sauf chez *Heliotropium* et *Tournefortia* où le *Tf. e. T.* est écrasé.

Tf. i. T. }
Ep. i. T. } écrasé.

Alb. nul (*Heliotropium*, *Tournefortia*), ou assise externe seule persistante.

77. — LABIÉES.

Bibliographie : Chatin (*41*), Junowicz (*119*), Harz (*91*), Mattirolo (*153*), Jumelle (*118*), Holfert (*104*), Olbers (*177*), Brandza (*27*), Guignard (*80*), Briquet E.-P. (*55*), Jeliffe (*112*).

Genres *Hyssopus*, *Blephilia*, *Calamintha*, *Coleus*, *Dracocephalum*, *Elsholtzia*, *Hedeoma*, *Hyptis*, *Lallemantia*, *Lavandula*, *Lophanthus*, *Lycopus*, *Melissa*,

Mentha, *Micromeria*, *Monarda*, *Nepeta*, *Ocimum*, *Origanum*, *Perilla*, *Plectranthus*, *Salvia*, *Satureia*, *Sphacele*, *Thymus*, *Ziziphora*. — *Leonurus*, *Ajuga*, *Ballota*, *Betonica*, *Eremostachys*, *Galeopsis*, *Leucas*, *Leucophaë*, *Marrubium*, *Molucella*, *Phlomis*, *Physostegia*, *Prasium*, *Scutellaria*, *Sideritis*, *Stachys*, *Teucrium*.

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules tantôt longues, palissadiques (*Lamium*, *Stachys*, *Hyssopus*, *Brunella*, *Glechoma*, *Salvia*), tantôt courtes, rarement allongées longitudinalement (*Leonurus*), à paroi externe épaisse, parfois gélifiable (*Brunella*, *Mélissa*, *Calamintha*) ; poils généralement absents, cependant assez souvent poils pluricellulaires arrondis, moins souvent effilés (*Leonurus*, *Ajuga*), rarement des deux sortes (certains *Leonurus*).

Hypod., 1 assise de cellules courtes à parois minces, rarement (*Salvia*) comprimées jusqu'à devenir méconnaissables ; le plus souvent plus d'une assise de cellules non sclérifiées.

Tf. parenchymateux.

Hypod. int., généralement une assise de cellules courtes ou assez souvent allongées radialement ; presque toujours sclérifiées (excepté chez *Scutellaria* et certains *Salvia*) et cristalligènes.

Ep. i., généralement cellules petites, courtes (longues chez *Galeopsis*), rarement (*Scutellaria*) des poils.

Ovules anatropes à un tégument épais.

Spermoderme formé par une partie du tégument.

Ep. e. T., cellules tabulaires à épaississements frangés à la paroi interne (premier groupe de genres), ou cellules à parois minces, écrasées (deuxième groupe).

Tf. T. }
Ep. i. T. } généralement résorbés.

Alb., une assise persistante (premier groupe de genres seulement).

78. — VERBÉNACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Koorders (*128*), Briquet E.-P. (*55*).
GENRE *Tectona* (1).
OVULES campylotropes à un tégument.
SPERMODERME formé par le tégument.
Ep. e. T. ; cellules à cuticule et à parois présentant des épaississements réticulés.
Tf. e. T. ; 1 assise de cellules à épaississements réticulés.
Tf. i. T. }
Ep. i. T. } résorbés.
Alb. ; une assise, d'un blanc sale, persistante.

79. — SÉLAGINACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : von Wettstein E.-P. (*55*), Billings (*20*).
GENRES *Globularia* (1), *Myoporum* (1).
OVULES anatropes à un tégument.
SPERMODERME formé par le tégument entièrement écrasé en une membrane pellucide.

80. — OROBANCHACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Koch (*125*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Beck E.-P. (*55*).
GENRES *Epifagus* (1), *Orobanche* (15), *Phelypaea* (16).
OVULES anatropes à un tégument de 2 assises.
SPERMODERME formé par le tégument.
Ep. e. T. ; cellules plus ou moins tabulaires, à paroi externe mince, fragile, à parois interne et latérales fortement épaissies et ponctuées.
Ep. i. T. ; résorbé.
Nucelle ; parfois encore quelques restes écrasés.

81. — LENTIBULARIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Kamienski E.-P. (*55*), Merz (*157*), Weberbauer (*267*), Van Tieghem (*247*), Lang (*134*).

GENRES *Biblis* (1), *Pinguicula* (1), *Polypompholyx* (1), *Utricularia* (11).

PÉRICARPE : *Ep. e.* ; cellules à parois minces, sauf l'externe.

Tf. e. ; parenchyme à parois minces.

Tf. i. ; quelques assises de cellules à parois sclérifiées.

Ep. i. ; cellules à parois sclérifiées.

OVULES anatropes à un tégument de 4 à 8 assises.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T. ; cellules plus ou moins isodiamétriques, à parois épaisses et ponctuées, parfois (*Biblis*) ornées de verrues à la surface ; ou bien (*Polypompholyx*) les parois externe et interne seules épaissies.

Tf. T. }
Ep. i. T. } résorbés.

Alb. totalement résorbé, laissant rarement (*Polypompholyx*) une mince pellicule.

82. — GESNÉRIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Warming (*266*), Fritsch E.-P. (*55*).

GENRE *Gesneria* (1).

OVULES anatropes à un tégument.

La graine mûre n'a pas été étudiée anatomiquement.

83. — VERBASCÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Warming (*266*), Bachmann (*10*), Harz (*91*), Holfert (*104*), von Wettstein E.-P. (*55*).

GENRES *Verbascum* (8), *Celsia* (4).

Ovules semi anatropes à un tégument de 6 assises environ.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T, cellules à paroi interne épaisse, la paroi externe étant affaissée contre l'interne, formant ainsi une bande brune à proéminences équidistantes correspondant aux parois latérales.

Tf. T., écrasé.

Ep. i. T., cellules à parois externe et latérales résorbées, à paroi interne très épaisse et finement ponctuée formant une bande qui suit les sinuosités de l'albumen.

Albumen charnu abondant.

84. — SCROPHULARIACÉES.

Bibliographie : Chatin (*41*), Vesque (*251*), Bachman (*10*), Harz (*91*), Holfert (*104*), von Wettstein E.-P. (*55*), Buscalioni (*36*), Tschirch (*239*), Schlotterbeck (*217*), Meunier (*160*), Weberbauer (*268*).

Genres *Alonsoa*, *Anthirrhinum*, *Browallia*, *Calceolaria*, *Chaenossoma*, *Chelone*, *Digitalis*, *Euphrasia*, *Lathraea*, *Leucocarpus*, *Linaria*, *Lindenbergia*, *Lyperia*, *Mazus*, *Melampyrum*, *Mimulus*, *Nemesia*, *Pentstemon*, *Rhinanthus*, *Schizanthus*, *Scrophularia*, *Veronica*.

Ovules généralement anatropes, parfois campylotropes (*Rhinanthus*, *Melampyrum*, *Pentstemon*, *Chelone*, *Scrophularia*).

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T. à structure très variable : tantôt résorbé (*Veronica hederaefolia*), ou écrasé (*Melampyrum*), tantôt recloisonné en certains endroits pour former les ailes de la graine concuremment avec le *Tf. T.* (*Rhinanthus*) ; le plus souvent simple et présentant alors plusieurs aspects ; les parois interne et latérales sont fermes et diversement

épaissies, la paroi externe plus ou moins mince est affaissée contre la paroi interne (la plupart des genres), ou est déchirée (*Euphrasia*) ; ou bien cellules plus ou moins carrées, à parois toutes épaisses, les externe et latérales (la plupart des *Alonsoa*), ou l'externe seulement (la plupart des *Veronica*), gélifiables ou toutes non gélifiables (*Linaria versicolor*, *L. Salzmannii*), ou à paroi externe seule épaissie et proéminant en coupole (*Lyperia*), ou formant au centre une longue papille (*Veronica polita*), ou à parois externe et latérales épaisses (certains *Linaria)* ; ou bien cellules, les unes situées aux côtes des graines, plus hautes que les autres, à parois toutes épaissies (*Linaria genistifolia*. *L. striata*), ou à paroi interne mince (certains *Linaria*, *Antirrhinum*), ou bien (*Nemesia*), cellules les unes basses à parois interne et externe minces, celle-ci affaissée vers la première, les autres hautes à paroi interne seule mince, l'externe étant bombée au dehors en coupole.

Tf. T. généralement écrasé, parfois résorbé (*Veronica*, *Mazus*, *Leucocarpus*, *Lindenbergia*, *Mimulus*), ou bien différencié en un *Tf. e. T.* à plusieurs assises de cellules, toutes ou l'externe seulement (*Alonsoa*) à parois diversement épaissies et en un *Tf. i. T* écrasé (*Alonsoa*, *Linaria Cymbalaria*. *Antirrhinum Asarina*), ou résorbé (*Euphrasia*).

Ep. i. T. écrasé, excepté chez *Digitalis*, *Pentstemon*, *Chelone* (cellules à parois minces, radialement allongées), chez *Linaria Cymbalaria*, *Antirrhinum Asarina* (cellules petites, carrées, à parois minces), certains *Linaria* (très petites cellules, un peu aplaties, à parois cutinisées), et chez *Leucocarpus*, *Lindenbergia*, *Mazus*, *Mimulus* et presque tous les *Veronica*, où il est résorbé.

85. — PÉDALIACÉES.

Bibliographie : Wiesner (*272*), Harz (*91*), Benecke (*16*), Stapf E.-P. (*55*).

GENRE *Sesamum* (2).

OVULES anatropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules palissadiques cristalligènes (*Sesamum indicum*) ou non (*S. occidentale*), à parois plus ou moins épaisses.

Tf. T. parenchymateux (*S. indicum*), ou sclérenchymateux (*S. occidentale*).

Ep. i. T. écrasé.

Alb., quelques assises de cellules persistantes.

Sous-classe IV. — Gamopétales inférovariées.

86. — DIPSACACÉES.

Bibliographie : Harz (*91*), Holfert (*104*), Höck E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Attema (*9*).

Genres *Dipsacus* (2), *Scabiosa* (2).

Ovules anatropes à un tégument de 10 à 15 assises.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules grandes, à parois minces, fortement écrasées.

Tf. T. }
Ep. i. T. } écrasés, à parois brunes.

87. — COMPOSÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Harz (*91*), Heineck (*99*), Holfert (*104*), Huber (*110*), Brandza (*27*), Loose (*146*), Guignard (*80*), Schwere (*220*), Nicotra (*171*), Hegelmaier (*97*), Billings (*20*), von Portheim (*262*), Hoffmann E.-P.(*55*), Pattané (*186*).

Genres *Achillea* (1), *Calendula* (7), *Carbenia* (1), *Carthamus* (1), *Centaurea* (3), *Cichorium* (2), *Cirsium* (1), *Cnicus* (1), *Guizotia* (1), *Helianthus* (2), *Hieracium* (1), *Hypochaeris* (2), *Inula* (1), *Kalbfussia* (1), *Lapsana* (1), *Madia* (1), *Matricaria* (1), *Scorzonera* (1), *Senecio* (1), *Taraxacum* (1), *Tragopogon* (3), *Wulfia* (1).

Pericarpe généralement sec, rarement charnu (*Wulfia*).

Ep. e., cellules ordinaires, accompagnées de poils et d'autres émergences, ou bien cellules mucilagineuses sans poils.

Tf. parfois nul (*Senecio*) ou bien entièrement parenchymateux ou entièrement sclérenchymateux, ou divisé en plusieurs zones :

Tf. e. parenchymateux ou sclérifié.

Tf. m. nul ou sclérifié.

Tf. i. souvent sclérifié, rarement parenchymateux.

Ep. i., cellules ordinairement sclérifiées et allongées longitudinalement.

Ovules à un tégument épais.

Spermoderme formé par le tégument :

Ep. e. T., cellules prismatiques à parois fortement sclérifiées (*Centaurea*, *Carbenia*, *Carthamus*, *Cirsium*, *Cnicus*), ou bien cellules à parois minces, plus ou moins aplaties, parfois à épaississements spiralés (*Taraxacum*), ou réticulés (*Cichorium*).

Tf. T. homogène plus ou moins écrasé (*Achillea*, *Matricaria*, *Taraxacum*, *Scorzonera*, *Cichorium*, *Calendula*), ou bien *Tf. T.* divisé en deux régions :

Tf. e. T., plusieurs assises parenchymateuses, rarement 1 assise cristalligène (*Senecio*, *Lapsana*).

Tf. i. T. écrasé.

Ep. i. T. écrasé, plus ou moins coloré.

Alb., 1 ou quelques assises persistantes.

88. — CAPRIFOLIACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Hegelmaier (*96*), Bordzilowski (*24*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Vidal (*253*), Billings (*20*), Fritsch E.-P. (*55*), Bochmann (*23*).

Genres *Dierrilla* (1), *Lonicera* (2), *Sambucus* (2), *Symphoricarpus* (1), *Viburnum* (3).

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules prismatiques, grandes, à parois peu épaisses (*Viburnum*), ou plus petites, à parois épaisses

(*Lonicera*), ou cellules tabulaires à parois sclérifiées (*Symphoricarpus*), ou minces (*Sambucus*).

Tf. e. T. nul (*Viburnum*, *Sambucus*), ou 1 assise de cellules sphériques espacées (certains *Lonicera*), ou deux assises de fibres sclérifiées à grande cavité et qui s'entrecroisent (*Symphoricarpus*).

Tf. m. T. nul (*Viburnum*, *Sambucus*, *Lonicera*), ou cellules cubiques à parois jaunes, épaissies et ponctuées.

Tf. i. T, 1 (*Viburnum*, *Sambucus*) ou plusieurs assises parenchymateuses plus ou moins écrasées.

Ep. i. T. écrasé.

89. — VACCINIACÉES.

Bibliographie : Drude E.-P. (*55*), Attema (*9*), Peltrisot (*188bis*).

Genres *Vaccinium* (5), *Oxycoccos* (1).

Ovules anatropes à un tégument épais.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules polygonales plus ou moins aplaties, à parois latérales et interne fortement épaissies, canaliculées.

Tf. T. }
Ep. i. T. } écrasés en une lame brune.

90. — VALÉRIANACÉES.

Bibliographie : Höck E.-P. (*55*), Guignard (*80*).

Genres *Centranthus*, *Valeriana*.

Ovules à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., écrasé en une pellicule brune.

Tf. T. }
Ep. i. T. } écrasés.

91. — RUBIACÉES.

Bibliographie : Harz (*91*), Gérard (*63*), Schumann E.-P. (*55*), Brandza (27), Tschirch und Oesterle (*240*), Wiegand (*271*), Gardiner and Hill (*62*).

Genres *Coffea* (1), *Galium* (1), *Rubia* (1).

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T. (*Coffea*), en majeure partie formé de cellules aplaties, à parois minces ; çà et là quelques scléréides de formes diverses.

Tf. e. T., 3 assises de cellules aplaties, à parois minces.

Tf. i. T. } écrasés.
Ep. i. T. }

92. — LOBÉLIACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Schönland E.-P. (*55*), Schlotterbeck (*217*), Billings (*20*).

Genre *Lobelia* (3).

Ovules anatropes à un tégument de 8 assises de cellules et à nucelle déjà résorbé.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T. très épais et sclérifié, à cellules longitudinalement allongées, à section carrée et à parois latérales surtout très épaissies en trois couches distinctes.

Tf. T. écrasé ou même en partie résorbé.

Ep. i. T., 1 assise de cellules aplaties.

Albumen assez abondant.

93. — GOODÉNIACÉES.

Bibliographie : Schönland E.-P. (*55*), Billings (*20*).

Genre *Scaevola* (2).

Ovules anatropes à un tégument épais.

SPERMODERME formé par le tégument entièrement écrasé en une couche mince.

94. — CAMPANULACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Vesque (*250*), Schönland E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Attema (*9*).

GENRE *Campanula* (2).

OVULES anatropes à un tégument de 7 à 9 assises de cellules.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules carrées ou palissadiques, à cuticule épaisse, à cavité en forme de marteau, les parois latérales étant très épaissies au milieu, et à contenu brunâtre.

Tf. T.
Ep. i. T. } fortement écrasés.

REMARQUE : Ce spermoderme ressemble beaucoup à celui des Lobéliacées.

95. — CUCURBITACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Dutailly (*54*), Strandmark (*228*), von Höhnel (*261*), Fickel (*58*), Junowicz (*119*), Godfrin (*66*), Lotar (*147*), Hartwich (*89*), Harz (*91*), Mattirolo (*153*), Bordzilowski (*24*), Holfert (*104*).

GENRES *Benincasa* (1), *Bryonia* (2), *Bryonopsis* (1), *Citrullus* (3), *Cucumis* (3), *Cucurbita* (3), *Cyclanthera* (3), *Ecballium* (1), *Lagenaria* (1), *Luffa* (2), *Melothria* (1), *Sicyos* (2), *Thaldiantha* (1).

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P. ; cellules ordinairement très allongées radialement, à paroi externe très épaisse, à parois latérales peu épaisses et consolidées par des épaississements en baguette qui s'étendent radialement ; rarement cellules

aplaties à parois épaisses, surtout l'externe (*Sicyos*, *Cyclanthera*).

Tf. P. différencié en quatre couches :

Tf. e. P., une (*Sicyos*, *Ecballium*, *Cucumis*, *Bryonia*, *Bryonopsis*), ou plus généralement plusieurs assises de cellules plus ou moins isodiamétriques, à parois épaissies, le plus souvent au moyen d'épaississements réticulés.

Tf. m. P. ; une, rarement plusieurs (*Bryonopsis*, *Bryonia*) assises de cellules ordinairement très grandes, à cavité presque oblitérée par les épaississements en couches concentriques des parois pourvues de pores canaliculés.

Tf. i. P. A) ; une (*Citrullus Colocynthis*, *Cucumis sativus*, *C. Melo*), ou plus généralement plusieurs assises de cellules à parois ordinairement à épaississements réticulés et laissant entre elles des méats plus ou moins grands, rarement (*Cyclanthera*, *Ecballium*) cellules plus ou moins écrasées.

B), quelques assises écrasées.

Ep. i. P. écrasé, rarement reconnaissable dans certaines graines (*Cucurbita*).

Ep. e. S. ⎫
Tf. S. ⎬ écrasés en une lame anhiste.
Ep. i. S. ⎭

Alb., une ou deux assises persistantes.

Sous-classe V. — Apétales.

Groupe A. — Apétales non amentacées.

96. — SANTALACÉES.

Bibliographie : Decaisne (*47*), Hieronymus E.-P. (*55*).
Genre *Thesium*.
Ovules sans tégument.
Spermoderme nul, remplacé dans ses fonctions protectrices par un albumen.

97. — BALANOPHORACÉES.

Bibliographie : Engler E.-P. (*55*), Van Tieghem (*244*), Juel (*115*), Pirotta e Longo (*196*).

Genre *Cynomorium* (1).

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules tabulaires à parois minces.

Tf., 2 à 5 assises de cellules à parois minces, sans méats.

Ep. i., cellules à parois minces.

Ovules sans tégument, anatropes, parfois orthotropes (*Langsdorfia*, *Thonningia*), rarement à un tégument et semi anatrope (*Cynomorium*).

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules asses grandes, à parois externes seules un peu épaissies.

Tf. T., 3 ou 4 assises de cellules arrondies, à parois minces, méatiques, à contenu rougeâtre diaphane.

Ep. i. T., cellules écrasées en une lame brunâtre, réapparaissant sous l'action de la potasse.

98. — RAFFLÉSIACÉES.

Bibliographie : Solms-Laubach (*224*, *225*), Solms E.-P. (*55*), Van Tieghem (*245*), Solms E. (*56*).

Genres *Brugmansia* (1), *Cytinus* (1), *Hydnora* (2), *Prosopanche* (2), *Rafflesia* (2) ; — *Apodanthes* (1), *Pilostyles* (2), *Sarna* (1).

Ovules orthotropes à un seul tégument (genres du premier groupe), ou bien ovules anatropes à deux téguments (genres du second groupe), d'où deux cas :

1°) Spermoderme formé par le tégument unique et par le nucelle :

Ep. e. T., cellules à parois minces plus ou moins écrasées (*Rafflesia Arnoldi*, *Cytinus*, *Hydnora*), ou à parois plus ou moins épaisses, résistantes (*Rafflesia Rochussenii*, *Brugmansia*, *Prosopanche*), parfois grandes (*Rafflesia*).

Tf. T., généralement nul, mais chez *Hydnora* parenchymateux inégalement épais.

Ep. i. T. ; cellules plus ou moins aplaties, à parois toutes épaisses (*Cytinus*), ou l'interne seule épaisse (*Hydnora*, *Rafflesia Rochussenii*), ou cellules carrées à parois interne et latérales épaisses (*Prosopanche*, *Rafflesia Arnoldi*).

Ep. N., cellules plus ou moins tabulaires, à parois souvent très épaisses, rarement (*Rafflesia Rochussenii*) minces.

Alb., 1 assise de cellules isodiamétriques.

2°) Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P.
Ep. i. P. } cellules à parois minces avec ou sans contenu.

Ep. e. S., résorbé.

Ep. i. S., cellules à parois toutes épaisses canaliculées (*Pilostyles*, *Sarna*), ou à paroi interne et latérale seules épaisses (*Apodanthes*).

Ep. N., cellules plates, à parois sclérifiées sauf chez *Apodanthes*.

Alb., 1 assise de cellules isodiamétriques.

99. — ARISTOLOCHIACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Solereder E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Montemartini (*164*).

Genres *Aristolochia* (8), *Asarum* (2).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules à section presque carrée, à paroi externe épaisse (la plupart des *Aristolochia*), ou à parois toutes épaisses (*Asarum*), rarement écrasées (*Aristolochia altissima*, *A. Kaempferi*).

Tf. P. nul (*Asarum*), ou écrasé (la plupart des *Aristolochia*), ou cellules persistantes, isodiamétriques, à parois épaisses, réticulées (*Aristolochia Clematitis*, *A. rotunda*), ou ponctuées (*A. fimbriata*, *A. Sipho*).

Ep. i. P., cellules ordinairement grandes, isodiamétriques, à paroi interne seule épaissie et contenant un cristal d'oxalate de chaux : rarement cellules non cristalligènes, à parois toutes plus ou moins épaisses, allongées radialement (*Aristolochia Clematitis*, *A. rotunda*), ou transversalement (*Asarum*).

Ep. e. S., cellules écrasées à parois minces (*Asarum*, *Aristolochia Sipho*) ou épaisses (*A. Clematitis*, *A. rotunda*), ou non écrasées, à parois souvent très épaisses, allongées longitudinalement (*A. altissima*, *A. pistolochia*, *A. elegans*), ou transversalement (*A. fimbriata*, *A. Kaempferi*).

Tf. S., généralement écrasé.

Ep. i. S., cellules à parois épaisses, tantôt plates (*A. Clematitis*, *A. rotunda*), tantôt allongées longitudinalement (*A. fimbriata*, *A. Kaempferi*), ou transversalement (*A. altissima*, *A. pistolochia*, *A. elegans*), ou cellules écrasées à paroi interne seule épaisse, cristalligènes (*Asarum*), ou non (*A. Sipho*).

Ep. N., écrasé (*Asarum*, *Aristolochia Clematitis*, *A. rotunda*, *A. Sipho*), ou cellules carrées à parois minces.

Tf. N., une ou quelques assises écrasées.

Alb. assez abondant.

100. — BÉGONIACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Warburg E.-P. (*55*).

Genre *Begonia* (1).

Ovules à deux téguments.

Il n'a pas été fait de recherches sur la structure de la graine.

101. — CALLITRICHACÉES.

Bibliographie : Pax E.-P. (*55*), Fauth (*57*).

Genre *Callitriche* (1).

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules relativement grandes, polygonales de face.

Tf. e., plusieurs assises de cellules parenchymateuses, à parois minces.

Tf. m., parenchyme réticulé à prismes courts, polygonaux à épaississements particuliers.

Tf. i., 1 assise de cellules allongées à parois très épaisses, cellulosiques.

Ep. i., cellules semblables à celles du *Tf. i.* et croisées avec elles.

Ovule anatrope à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument et par le nucelle.

Ep. e T., cellules à parois minces, écrasées.

Tf. T., écrasé.

Ep. i. T., écrasé, formant avec le *Tf. T.* une lame assez épaisse.

Nucelle : quelques assises parenchymateuses.

102. — EUPHORBIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Gris (*69*), Röber (*204*), Harz (*91*), Morel (*165*), Gérard (*63*), Jumelle (*118*), Pax E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Hérail et Bonnet (*101*), Pammel (*179*), Kayser (*121*, *122*), Bille Gram (*19*), Schlotterbeck (*217*), Holm (*107*), Schweiger (*219ter*).

GENRES *Acalypha* (2), *Adelia* (1), *Aleurites* (1), *Croton* (3), *Crozophora* (1), *Dalechampia* (1), *Euphorbia* (9), *Homalanthus* (1), *Jatropha* (2), *Manihot* (1), *Mercurialis* (2), *Phyllanthus* (5), *Poinsettia* (1), *Ricinus* (*1*).

OVULE semi anatrope à deux téguments[1] et à nucelle dont le sommet s'allonge parfois (notamment chez *Phyllanthus*, *Manihot* et *Croton*) fortement au-delà du micropyle.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine. Une caroncule à la base de la graine (très peu marquée chez *Phyllanthus* et *Dalechampia*).

Ep. e. P., cellules polygonales, à paroi externe surtout épaissie et projetant vers l'intérieur des épaississements en forme de larmes (stalactites ?).

Tf. P., parenchyme étoilé, presque toujours écrasé (excepté chez *Croton Tiglium*).

Ep. i. P., cellules palissadiques.

Ep. e. S., cellules palissadiques très hautes, étroites, à parois très épaisses, brunes, sclérifiées, ponctuées.

Tf. S. }
Ep. i. S. } écrasés.

Nucelle, quelques restes dans la région chalazienne.

103. — AMARANTACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Harz (*91*), Meunier (*158*), Schinz E.-P. (*55*).

[1] D'après Kayser (*122*), les *Croton* ne présenteraient qu'un seul tégument à l'ovule.

Genres *Alternanthera* (1), *Amarantus* (3), *Celosia* (1), *Froelichia* (1), *Gomphrena* (1), *Scleropus* (1).

Les caractères de ces graines sont semblables à une ceux des Chénopodiacées.

104. — CHÉNOPODIACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Meunier (*158*), Brandza (*27*), Volkens E.-P. (*55*), Nestler und Stoklasa (*168*), Nicotra (*171*).

Genres *Atriplex*, *Axyris*, *Beta*, *Basella*, *Blitum*, *Chenopodium*, *Corispermum*, *Hablitzia*, *Kochia*, *Monolepis*, *Polycnemum*, *Salicornia*, *Salsola*, *Spinacea*, *Suaeda*, *Teloxis*.

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé le plus généralement par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules grandes, allongées radialement ou tangentiellement, à paroi externe et parfois l'interne épaissies, formant des stalactites, à contenu brun, rarement à parois toutes minces (*Corispermum*, *Basella*, *Atriplex hortensis*, *var.*), ou formant des poils (*Salicornia*).

Tf. P. généralement absent, parfois une (*Atriplex*, *Beta*, *Celosia*, *Basella*, *Scleropus*), ou plus rarement deux ou trois (*Spinacea*) assises de cellules parenchymateuses plus ou moins aplaties.

Ep. i. P., cellules cristalligènes ou oléifères, aplaties, excepté dans les six genres précédents où elles offrent les mêmes caractères qu'au *Tf. P.*

Ep. e. S. résorbé, sauf la cuticule.

Ep. i. S. cellules carrées ou aplaties à parois finement striées, rarement résorbées (*Kochia*, *Salsola*).

Ep. N. résorbé, sauf la cuticule.

Alb. abondant.

105. — NYCTAGINACÉES.

Bibliographie : Harz (*91*), Heimerl (*98*), Heimerl E.-P. (*55*), Holfert (*104*).

Genres *Mirabilis* (2), *Oxybaphus*.

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules allongées radialement, à paroi externe très épaisse et à cavité presque oblitérée.

Tf. P., 6 assises environ de cellules cristalligènes formant un parenchyme lâche, comprenant des faisceaux.

Ep. i. P., 1 assise de cellules écrasées.

Ep. e. S. résorbé.

Ep. i. S., 1 assise anhiste à épaississements en forme de voûte, manquant à l'endroit des faisceaux.

Ep. N. résorbé, sauf la paroi externe là où il n'y a pas de faisceaux.

106. — PHYTOLACCACÉES.

Bibliographie : Harz (*91*), Stockbarger (*227*), Heimerl E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Meunier (*158*).

Genre *Phytolacca*.

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules grandes, allongées radialement, à parois épaisses, formant des stalactites.

Tf. P. }
Ep. i. P. } formant un parenchyme lâche.

Ep. e. S., cellules petites, un peu aplaties, à cuticule.

Ep. i. S., cellules petites, un peu aplaties, difficiles à voir.

Ep. N. résorbé, sauf la cuticule.

Remarque : Cette structure montre les affinités qui existent entre cette famille et celle des Chénopodiacées.

107. — CANNABINACÉES.

Bibliographie : Harz (*91*), Engler E.-P. (*55*), Macchiati (*148*), Holfert (*104*), Tschirch und Oesterle (*240*).

Genres *Cannabis* (1), *Humulus* (1).

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules tabulaires.

Tf. e., parenchyme pauvre en chlorophylle, parcouru par les faisceaux.

Tf. i., une assise de cellules prismatiques.

Ep. i., cellules sclérifiées.

Ovules campylotropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules tubuleuses, allongées longitudinalement, à section étroite, à parois peu épaisses (*Cannabis*), ou bien cellules tabulaires.

Tf. T., 6 à 11 assises de cellules parenchymateuses plus ou moins écrasées.

Ep. i. T., cellules petites, écrasées.

108. — ARTOCARPACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Engler E.-P. (*55*), Tschirch und Oesterle (*240*).

Genre *Ficus* (1).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine écrasés en une couche brune.

109. — POLYGONACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Ichimura (*111*), Lindau (*140*), Sirrine (*223*).

Genres *Rheum* (1), *Fagopyrum* (1), *Coccoloba* (1).

Péricarpe *(Coccoloba)* : *Ep. e.*, cellules en palissade, à parois externe et latérales fortement épaissies, l'interne mince.

Tf., parenchyme à plusieurs assises plus ou moins écrasées.

Ep. i. écrasé.

Ovules orthotropes à un ou plus généralement à deux téguments de 2 assises chacun.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et parfois quelques restes du nucelle.

Ep. e. P., cellules grandes, brunes, à parois minces.

Ep. i. P. écrasé.

Secondine écrasée.

Nucelle écrasé.

110. — CASUARINACÉES.

Bibliographie : Engler E.-P. *(55)*, Juel *(116)*.

Genre *Casuarina* (2).

Ovules anatropes à deux téguments.

Le développement de l'ovule en graine n'a pas été étudié au point de vue de la constitution du spermoderme.

111. — PIPÉRACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Hanausek (*85*), Gérard (*63*), Hérail et Bonnet (*101*), Claes et Thyes (*44*), Tschirch und Oesterle (*240*), Johnson (*113*), Campbel (*38*).

Genres *Peperomia* (1), *Piper* (2).

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules grandes, cubiques, à parois minces, à peu près vides. Poils en forme de boutons.

Tf., 2 ou 3 assises de cellules affaissées à parois minces ; parfois *(Piper)* des méats résinifères.

Ep. i., grandes cellules à section carrée, à paroi interne fortement épaissie en forme de franges, les autres parois présentant des spiricules ou des réseaux d'épaississement.

OVULES orthotropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument et le nucelle.

Ep. e. T., cellules à parois épaisses, souvent fortement colorées, plus ou moins tabulaires, à cavité réduite.

Tf. T. nul (*Peperomia*) ou écrasé (*Piper*).

Ep. i. T., cellules à parois assez épaisses, l'interne fortement ondulée (*Piper*), ou bien cellules à paroi externe très épaisse, mais irrégulièrement, à épaississement bordé d'un liséré vers l'intérieur ; cavité cellulaire remplie d'amidon (*Peperomia*).

Ep. N., cellules à paroi externe très épaisse (*Piper*), ou remplies d'amidon (*Peperomia*).

Tf. N., 1 ou 2 assises amylogènes (*Peperomia*).

112. — CÉRATOPHYLLACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Af Klercker (3), Engler E.-P. (55).

GENRE *Ceratophyllum* (1).

PÉRICARPE : *Ep. e*, cellules à paroi externe épaisse, cutinisée ; les autres parois minces.

Tf. e., parenchyme pulpeux.

Tf. m., une assise de cellules tannigènes poussant des prolongements dans le *Tf. e.*

Tf. i. sclérenchymateux.

Ep. i. sclérifié.

OVULES anatropes à un tégument.

SPERMODERME formé essentiellement par le nucelle ; tégument presque entièrement résorbé.

113. — PROTÉACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Engler E.-P. (55), Schwartzbart (*219bis*).
GENRES *Persoonia* (9), *Isopogon* (2), *Petrophila* (2), *Leucadendron* (1), *Conospermum* (2), *Grevillea* (11), *Hakea* (12), *Hylomelum* (1), *Macadamia* (1), *Telopea* (1), *Lomatia* (1). *Stenocarpus* (2), *Banksia* (7), *Dryandra* (1).

PÉRICARPE : *Ep. e.* cellules polygonales de face ; rarement (*Leucadendron*) allongées longitudinalement; parfois assez plates (*Isopogon*) ; à parois externe et latérales plus ou moins épaisses (*Isopogon*, *Leucadendron*, *Conospermum*, *Macadamia*), ou l'externe seule (*Persoonia*, *Petrophila*, *Telopea*) ; parfois à parois toutes épaisses (*Hakea*) ; souvent des poils bicellulaires, parfois (*Petrophila*) de deux sortes ; rarement (*Persoonia*) des stomates à cellules annexes latérales.

Tf. homogène, parenchymateux, à contenu brun, tannigène (*Isopogon*) ou sclérenchymateux à parois ponctuées (*Petrophila*, *Conospermum*, *Hakea*) ou différencié en :

Tf. e., collenchyme à contenu brun tannigène (*Persoonia*) ou parenchyme simple (*Leucadendron*, *Macadamia*) ou comprenant de nombreuses cellules spiculaires courtement rameuses à parois épaisses et ponctuées (*Telopea*).

Tf. m., cellules parenchymateuses (*Persoonia*) ou sclérifiées (*Macadamia*) ou fibreuses à parois assez épaisses, ponctuées, allongées longitudinalement (*Leucadendron*) ou tangentiellement (*Telopea*), occupé par des faisceaux libéroligneux parfois (*Macadamia*) accompagnés d'un arc de fibres mécaniques et émettant vers l'*Ep. e.* de petits faisceaux.

Tf. i. simple (*Leucadendron*) à 1 assise de cellules palissadiques, à parois minces, les latérales plissées ; ou différencié en 2 couches (*Macadamia*, *Telopea*), l'externe à

plusieurs assises de cellules à parois minces, arrondies (*Macadamia*) ou allongées tangentiellement et contenant des cellules spiculaires comme au *Tf. e.* (*Telopea*), l'interne à 1 assise de cellules palissadiques formant un *hypod. i.* (*Macadamia*) ou à plusieurs assises de cellules tangentielles, sclérifiées (*Telopea*) ; ou différencié en 3 couches (*Persoonia*), l'externe formant un collenchyme sans contenu, la moyenne, 1 assise de cellules palissadiques très hautes à contenu mucilagineux, l'interne étant un sclérenchyme tannigène.

Ep. i, cellules rarement non sclérifiées et basses (*Macadamia*), ordinairement plus ou moins allongées longitudinalement (*Persoonia*, etc.), parfois prismatiques (Isopogon) ou palissadiques (*Leucadendron*), à parois toutes (*Leucadendron*) ou les latérales et internes (*Isopogon*) très épaisses, contenant un gros (*Isopogon*) ou plusieurs petits (*Leucadendron*) cristaux d'oxalate de chaux.

Ovules à deux téguments, orthotropes (*Persoonia*, *Iposogon*, *Petrophila*, *Leucadendron*, *Conospermum*), ou anatropes (*Grevillea*, etc.). Graines souvent ailées.

Spermoderme formé par la primine et la secondine, rarement, en outre, par le nucelle.

Ep. e. P., cellules écrasées, sauf dans les genres suivants, où elles sont à parois minces (*Lomatia*, certains *Grevillea*), parfois adhérentes au péricarpe (*Petrophila*) ; ou à paroi externe épaisse (*Isopogon*, *Hylomelum*) ; ou cristalligènes, à paroi interne très épaisse, canaliculées, dédoublées parfois en deux assises (Persoonia) ; ou inégales, allongées longitudinalement, à parois externe et latérales épaisses (certains *Grevillea*), ou plates, à parois latérales surtout ponctuées, laissant entre elles de grands méats visibles de face (*Macadamia*), ou allongées tangentiellement, à parois interne et latérales sclérifiées, ponctuées, l'externe infléchie (*Stenocarpus*), ou palissadiques modérément épaissies tout

autour de la graine (*Banksia ornata*) ou du côté concave seulement, le côté convexe de la graine présentant des cellules plates à paroi externe très épaisse, à protubérances verruqueuses vers l'intérieur et à cavité réduite (certains *Grevillea*).

Tf. P. parfois nul (*Hakea*, *Banksia*, *Dryandra*), plus généralement homogène et plus ou moins écrasé (*Persoonia*, etc.), ou à cellules à parois minces, grandes (certains *Grevillea*), ou arrondies à contenu brun-rouge, serrées (certains *Grevillea*) ou non (*Lomatia*) les unes contre les autres ; ou cellules à parois peu épaisses et ponctuées, allongées tangentiellement (*Hylomelum*), ou sclérenchyme à parois très épaisses et ponctuées, parcouru par de nombreux faisceaux (*Macadamia*), ou 1 assise de cellules à parois interne et latérales sclérifiées et ponctuées (*Stenocarpus*); rarement *Tf. P.* différencié (certains *Grevillea*) en :

Tf. e. P., cellules à parois minces.

Tf. i. P. pénétrant par place dans le *Tf. e. P.*, à cellules palissadiques, à parois épaissés, à contenu tannigène brunâtre.

Ep. i. P. écrasé, sauf dans les cas où il est à parois minces résistantes (certains *Grevillea*), ou à parois toutes très épaisses, ponctuées, sclérifiées et alors à cellules rondes (*Macadamia*), ou prismatiques sans (**Hylomelum**, certains *Grevillea*) ou avec un cristal (certains **Stenocarpus**, certains **Hakea**), ou à cellules à parois interne et latérales seulement épaisses et canaliculées, cristalligènes, tangentielles (certains **Stenocarpus**) ou prismatiques avec (**Telopea**, **Banksia**, **Dryandra**, certains **Hakea**) ou sans un cristal par cellule (**Lomatia**).

Ep. e. S. écrasé (*Persoonia*, *Lomatia*, certains *Grevillea*), ou cellules à parois minces (certains *Grevillea*), ou à paroi externe épaisse cuticulée (*Isopogon*, *Petrophila*, *Leucadendron*, *Conospermum*) ou à parois toutes épaisses

et alors allongées longitudinalement avec (*Telopea*, *Stenocarpus*) ou sans cuticule (*Hakea*, *Hylomelum*, où elles sont parfois dédoublées en deux assises), parfois non allongées (*Macadamia*) ou à épaississements spiralés et à cuticule (*Banksia*, *Dryandra*).

Tf. S. nul (*Isopogon*, *Petrophila*, *Leucadendron*, *Conospermum*, *Grevillea*) ou plus ou moins écrasé (*Persoonia*, etc.) ou à plusieurs assises de cellules tangentielles à parois épaisses (*Hakea*, *Hylomelum*), ou bien (**Macadamia**) dans la partie supérieure de la graine, cellules à parois minces, à contenu tannigène, allongées en divers sens ; dans la partie inférieure, nombreuses assises de cellules à parois très épaisses, canaliculées, contenant chacune un cristal d'oxalate de chaux.

Ep. i. S. écrasé sauf dans les genres suivants, où il y a des cellules à parois minces soit à cavités larges (*Telopea*), soit allongées longitudinalement (*Hakea*, *Stenocarpus*), soit tangentiellement avec (*Lomatia*) ou sans contenu brun (*Hylomelum*, *Banksia*, *Dryandra*), soit palissadiques (*Macadamia*) ou des cellules prismatiques, à parois interne et latérales très épaisses, sclérifiées, canaliculées avec (certains **Grevillea**) ou sans (autres **Grevillea**) un cristal par cellule.

Nucelle résorbé, sauf chez certains *Grevillea* où il présente la structure suivante :

Ep. e. N., fibres longitudinales, à parois épaisses, cellulosiques, à cavité réduite.

Tf. N. comme à l'*Ep. N.*, mais à fibres tangentielles.

Ep. i. N. (épidermoïde), cellules longitudinales à parois minces et à cavité large.

Alb. totalement écrasé, sauf chez *Persoonia*, *Isopogon*, *Leucadrendron* et *Conospermum*, où il subsiste une assise protéique.

Dans les graines à bords ailés, ceux-ci sont formés par la partie externe et moyenne des téguments, sauf chez *Hakea* et *Hylomelum* où ils ne sont formés que par la partie externe (*Ep. e. P.* et *Tf. P.*)

REMARQUE : Malgré la grande variabilité des caractères qui résulte de l'exposé qui précède, les graines des Protéacées présentent toutes, sauf celles de *Petrophila* et de *Conospermum* une couche bien caractéristique que Schwartzbart appelle *couche ruminée*, laquelle ne consiste qu'en une seule assise de cellules généralement cristalligènes et qui peut appartenir à l'un ou à l'autre tégument, suivant les genres; ceux-ci sont imprimés en **caractères gras** à l'endroit où la couche en question est décrite pour chacun d'eux.

114. — DAPHNÉACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Vesque (*251*), Gilg E.-P. (*55*).

OVULES anatropes à deux téguments.

On ne connait pas encore l'anatomie de la graine.

115. — LAURACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Pax E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Neri (*167*), Holm (*107*).

GENRES *Laurus* (1), *Persea* (1).

OVULES anatropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument et réduit à un tissu complètement écrasé. Pas d'albumen.

Groupe B. — Apétales amentacées.

116. — JUGLANDACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*). Godfrin (*66*), Engler E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Rowlee and Hastings (*210*).

Genres *Juglans* (1), *Carya* (1).

Ovules orthotropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules prismatiques ou tabulaires à parois épaissies, surtout l'externe et l'interne ; des stomates.

Tf. T., parenchyme à cellules plus ou moins petites ; des faisceaux libéroligneux.

Ep. i. T. écrasé.

Albumen assez abondant.

117. — CUPULIFÈRES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Harz (*91*), Prantl E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Rowlee and Hastings (*210*).

Genres *Carpinus* (1), *Castanea* (2), *Corylus* (1), *Fagus*. *Quercus* (2).

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules plus ou moins tabulaires, à paroi externe épaisse, les autres minces, contenant, chez *Fagus*, une substance brune ; peu distinct chez *Carpinus*.

Tf. T., parenchyme à cellules à parois minces de plus en plus petites vers l'intérieur ; assises plus ou moins nombreuses, jusqu'à 36 (*Castanea*), 3 à 5 (*Corylus*), 2 (*Carpinus*) ; des faisceaux libéroligneux.

Ep. i. T. généralement peu distinct, sauf chez *Castanea* où il est formé de cellules cubiques à parois épaisses.

Alb. peu abondant, parfois nul (*Castanea*, *Quercus*).

118. — BÉTULACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Prantl E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Rowlee and Hastings (*210*), Winckler E. (*56*).

Genres *Betula* (1), *Alnus* (1).

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules petites, à parois peu épaisses.

Tf. T., 1 ou quelques assises de parenchyme à parois minces, écrasé.

Ep. i. T. écrasé.

Alb. peu abondant.

119. — SALICACÉES.

Bibliographie : Pax E.-P. (*55*), Van Tieghem (*248*).

Ovules anatropes à un tégument.

N'ayant pu me procurer le travail de ce dernier auteur, je ne puis donner aucune indication au sujet de l'anatomie des graines de Salicacées.

CLASSE II. — MONOCOTYLÉES.

---

120. — BUTOMACÉES.

Bibliographie : Vesque (*250*), Buchenau E.-P. (*55*), Hall (*83*), Fauth (*57*), Buchenau E. (*56*).

Genres *Butomus* (1), *Limnocharis* (1).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., chez *Butomus* : cellules tabulaires, à contour hexagonal de face, à parois externe et interne très épaisses ; la paroi externe un peu bombée, munie à l'extérieur d'épaississements verruqueux ; parois latérales relativement minces ; paroi interne fortement bombée. Contenu brun rougeâtre vif. Aux faites des côtes de la graine, cellules à paroi externe semi-circulaire chevauchant sur deux autres cellules épidermiques en dessous desquelles il y a un grand méat. Chez *Limnocharis*, cellules bombées, papilleuses, à parois minces, de hauteurs différentes.

Ep. i. P., cellules plus ou moins plates à parois toutes relativement minces et ponctuées (*Butomus*) ou à paroi interne seule très épaisse (*Limnocharis*).

Ep. e. S., cellules tabulaires, très plates, plus ou moins hexagonales et larges de face (*Butomus*) ou écrasées (*Limnocharis*).

Ep. i. S. écrasé en une lame épaisse.

Nucelle écrasé.

121. — ALISMACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Brandza (*27*), Buchenau E.-P. (*55*), Attema (*9*), Buchenau E. (*56*), Fauth (*57*).

Genres *Alisma* (1), *Elisma* (1), *Sagittaria* (1).

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules assez hautes, étroites, plus ou moins allongées longitudinalement, à paroi externe un peu épaissie, les autres minces, parfois subérisées (*Sagittaria*), contenant parfois des grains d'amidon (*ibid.*) ; parfois des stomates (*ibid.*).

Tf. parfois homogène à 2 ou 3 assises de cellules fibreuses à parois relativement minces, ponctuées, à section polygonale, comprenant 2 ou 3 canaux résineux ; ce *Tf.* se prolonge dans les ailes du fruit en un parenchyme subéreux, à cellules à parois minces, ponctuées, polyédriques (*Sagittaria*). Ordinairement *Tf.* différencié en :

Tf. e., 1 (*Alisma*) à 4 (*Elisma*) assises de cellules parenchymateuses, à cavité plus ou moins grande, allongées longitudinalement, à parois un peu épaissies et ponctuées (*Alisma*) ou minces et pourvues d'épaississements spiralés (*Elisma*).

Tf. i. à plusieurs assises de cellules fibreuses, à section polygonale, à parois très épaisses, sclérifiées, à ponctuations canaliculées peu nombreuses ; continu (*Alisma*) ou interrompu en massifs alternant avec des lacunes dont ils sont séparés par des prolongements de *Tf. e.* (*Elisma*).

Ep. i., cellules allongées longitudinalement, tantôt à parois minces plus ou moins écrasées (*Alisma*), tantôt à parois latérales ondulées, les internes bombées et très épaisses (*Sagittaria*), tantôt à parois externe et latérales épaisses et sclérifiées en face des massifs scléreux, minces en face des lacunes (*Elisma*).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et parfois par le nucelle.

Ep. e. P., cellules tabulaires (*Sagittaria*) ou allongées longitudinalement (*Alisma, Elisma*), à paroi externe modérément épaissie, les autres minces, les latérales parfois ondulées (*Sagittaria*) à contenu coloré.

Tf. P., nul (*Sagittaria*) ou 1 assise de cellules écrasées, jaune brunâtre, hexagonales de face (*Alisma, Elisma*).

Ep. i. P. fortement écrasé, à contenu grumeux (*Sagittaria*), ou cellules assez grandes, vides, carrées de face.

Secondine écrasée en une lame nacrée épaisse (*Alisma, Elisma*) ou cellulosique (*Sagittaria*).

Nucelle résorbé (*Alisma, Elisma*) ou écrasé en une lame cellulosique (*Sagittaria*).

122. — COMMÉLINACÉES.

Bibliographie : Schönland E.-P. (*55*), Gravis (*67*).

Genre *Tradescantia* (1).

Ovules orthotropes à deux téguments ; primine à 4 assises, secondine à 2 assises de cellules.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules grandes, vides, à parois minces cellulosiques.

Tf. P., 2 assises de cellules grandes, vides, à parois minces.

Ep. i. P., cellules à section carrée, à paroi interne brune et épaisse, contenant un cristal de silice.

Ep. e. S., cellules plates, à parois jaune-brun fortement épaissies ; cuticule recouvrant la paroi externe.

Ep. i. S., cellules rectangulaires à parois peu épaisses.

Nucelle formant une lame sans structure.

Alb. abondant, amylacé.

123. — LILIACÉES (y compris ASPARAGINÉES).

Bibliographie : Vesque (*251*), Godfrin (*66*), Engler E.-P. (*55*), Gérard (*63*), Holfert (*104*), Brandza (27), Baroni (*14*), Poisson (*199*).

Genres *Agraphis* (1), *Allium* (1), *Asparagus* (1), *Asphodelus*, *Colchicum* (1), *Hemerocallis* (1), *Lilium* (2), *Muscari* (1), *Ornithogalum* (1), *Ruscus* (1), *Scilla* (1), *Tritoma* (1), *Tulipa* (1), *Veratrum* (2).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé généralement par la primine seule, la secondine étant résorbée ; parfois par la primine et la secondine (*Hemerocallis*, *Lilium*, *Tritoma*, *Tulipa*).

Ep. e. P., cellules généralement tabulaires, larges, à contenu diversement coloré, à parois toutes minces, rarement l'interne seulement (*Asparagus*), ou à parois toutes épaisses (*Veratrum*, *Colchicum*, *Hemerocallis*, *Ruscus*); à ponctuations généralement réticulées ; rarement rectangulaires de face (*Lilium*). Parfois des stomates (*Ornithogalum*, *Lilium*, *Tulipa*).

Tf. P. simple de 1 (*Tritoma*) ou plusieurs assises (*Lilium*, *Tulipa*, *Veratrum*, *Colchicum*) ou résorbé (*Ruscus*), ou différencié en :

Tf. e. P., parenchyme plus ou moins écrasé (*Allium*, *Asparagus*, *Muscari*, *Ornithogalum*) ou à 2 assises de cellules à parois épaisses contenant un pigment plus ou moins foncé (*Hemerocallis*).

Tf. m. P., (chez *Hemerocallis* seulement), 5 ou 6 assises de cellules ovales à parois minces ; des faisceaux libéroligneux.

Tf. i. P., résorbé (*Allium*, *Asparagus*, *Muscari*, *Ornithogalum*) ou écrasé (*Hemerocallis*).

Ep. i. P., résorbé (*Allium*, *Asparagus*, *Muscari*, *Ornithogalum*), ou écrasé (*Hemerocallis*), ou à cellules aplaties (*Lilium*, *Tritoma*, *Tulipa*), ou rectangulaires, à parois épaisses (*Ruscus*).

Ep. e. S.
Ep. i. S. } écrasés en une mince membrane (*Hemerocallis*) ou cellules étirées tangentiellement (*Lilium*, *Tulipa*) ou petites, arrondies (*Tritoma*).

124. — IRIDACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Vesque (*250*), Godfrin (*66*), Harz (*91*), Pax E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*).

GENRES *Anomatheca* (1), *Crocus* (2), *Gladiolus* (2), *Iris* (2), *Moraea* (1), *Sisyrinchium* (1), *Tigridia* (1).

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules ordinairement cubiques, parfois papilleuses (*Crocus*), ou grandes et plates (*Sisyrinchium*).

Tf. P., 1 (*Crocus, Tigridia*) ou plusieurs assises de cellules aplaties, parfois (*Iris, Moraea*) cellules de l'assise moyenne (*Tf. m. P.*) plus grandes, tannigènes ; rarement *Tf. P.* nul (*Anomatheca*).

Ep. i. P., cellules ordinairement grandes, plus ou moins prismatiques, ou bien cellules plates à parois plus ou moins épaisses (*Anomatheca, Sisyrinchium*) ou minces (*Tigridia*).

Secondine à 2 assises de cellules aplaties (*Iris, Moraea*) ou à 1 seule assise de cellules ordinairement grandes, plates, à parois épaisses, ou plus rarement (*Sisyrinchium*) cubiques, à parois très épaisses.

125. — AMARYLLIDACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Johow (*114*), Pax E.-P. (*55*), Brandza (*27*).

GENRES *Amaryllis*, *Apteria*, *Burmannia*, *Galanthus*, *Leucojum*, *Narcissus*.

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par 2 ou 3 assises externes de la primine. Secondine résorbée, ainsi que les assises internes de la primine.

126. — ORCHIDACÉES.

Bibliographie : Johow (*114*), Pfitzer E.-P. (*55*), Hérail et Bonnet (*101*), Pfitzer E. (*56*).

Genres *Wullschlaegelia* (1), *Vanilla* (1).

Ovules anatropes sans téguments.

Spermoderme formé par le nucelle.

127. — CANNACÉES.

Bibliographie : Junowicz (*119*), Mattirolo (*153*), Petersen E.-P. (*55*).

Ovules anatropes à deux téguments.

Les deux premiers auteurs citent les Cannacées parmi les familles dont les graines présentent une assise de cellules palissadiques à parois épaisses et à ligne lumineuse ; ils ne donnent pas l'origine des couches cellulaires.

128. — ZINGIBÉRACÉES.

Bibliographie : Petersen E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Tschirch und Oesterle (*240*), Schade (*211*), Schumann E. (*56*).

Genres *Eletteria* (1), *Amomum* (1).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules petites, carrées, à parois externe et interne très épaisses.

Tf. e. P., parenchyme plus ou moins écrasé.

Tf. m. P., cellules oléifères, grandes, carrées, à parois minces.

Tf. i. P. }
Ep. i. P. } écrasés.

Ep. e. S., scléréïdes courtes, allongées radialement, à parois brunes, l'interne très fortement épaissie, contenant un grain verruqueux.

Ep. i. S. résorbé.

129. — POTAMOGÉTONACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Ascherson E.-P. (*55*), Holferty (*105*).

GENRE *Potamogeton* (1).

OVULES campylotropes à un tégument.

Pas de renseignements sur la constitution de la graine mûre.

130. — ARACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Vesque (*251*), Engler E.-P. (*55*), Brandza (*27*).

GENRE *Anthurium* (1), *Arum*, *Colocasia*, *Peltandra*.

OVULES anatropes à deux téguments (*Anthurium*) ou à un tégument.

SPERMODERME formé soit par la primine et la secondine, soit par le tégument unique. D'où deux cas :

1° *Ep. e. P.*, cellules prismatiques.

Ep. i. P., cellules cubiques à parois interne et latérales fortement sclérifiées.

Ep. e. S. }
Ep. i. S. } cellules plates.

2° Le spermoderme est formé par les assises externes du tégument, les assises internes étant résorbées (*Arum*, *Colocasia*, *Peltandra*).

131. — JONCACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Harz (*91*), Buchenau E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Laurent (*134*bis).

GENRES *Juncus* (4), *Luzula* (5).

OVULES anatropes à deux téguments de deux assises chacun.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules grandes, plates (*Juncus*) ou prismatiques (*Luzula*), à mucilage plus (*Luzula*) ou moins (*Juncus*) abondant.

Tf. P., nul (*Juncus*) ou à cellules plates, parfois à contenu brunâtre (*Luzula*).

Ep. i. P., cellules aplaties à paroi interne sclérifiée (*Juncus*) ou non (*Luzula*).

Ep. e. S., cellules écrasées.

Ep. i. S., cellules cubiques à parois toutes épaisses, à contenu brun (*Luzula*) ou à paroi interne seule très épaisse (*Juncus*).

Ep. N. écrasé en un lame mince.

132. — PALMIERS.

Bibliographie : Morren (*166*), Harz (*91*), Gérard (*63*), Voigt (*256*), Drude E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Molish (*162*), Winton (*274*), Wiesner (*272*).

Genres *Cocos* (1), *Calamus*, *Phœnix* (1), *Phytelephas*.

Ovules anatropes à deux téguments.

Les auteurs ne donnent pas l'origine des tissus du spermoderme des graines.

Ep. e. P., intimement uni à l'endocarpe avec lequel il se confond.

20 assises de cellules parenchymateuses blanches, allongées tangentiellement, à ponctuations réticulées.

20 assises environ de cellules parenchymateuses isodiamémétriques, à parois claires, à contenu coloré.

133. — CYPÉRACÉES.

Bibliographie : Harz (*91*), Pax E.-P. (*55*), Wilczek (*273*).

Genres *Carex* (7), *Kobresia* (1), *Isolepis* (1), *Scirpus* (2), *Schœnus* (1), *Eriophorum* (1), *Cyperus* (1).

Le dernier auteur cité n'a étudié d'une manière approfondie que deux espèces de Carex, d'où résultent les données suivantes :

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules à paroi externe silicéfiée, l'interne épaisse.

Tf. sclérenchymateux.

Ep. i., cellules transversalement allongées, à parois externe et interne épaissies en bourrelets.

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine seule, la secondine étant résorbée, sauf la paroi interne de l'*Ep. i. S.*

Ep. e. P., cellules longitudinalement allongées, à parois radiales épaissies.

Tf. P. } écrasés.
Ep. i. P. }

Ep. e. S. résorbée.

Ep. i. S. résorbée, sauf la paroi interne.

134. — GRAMINÉES.

Bibliographie : Kudelka (*132*), Von Bretfeld (*257*), Harz (*91*), Schimper (*212*), Moeller (*161*), Gérard (*63*), Hassack (*93*), Lerner und Holzner (*136*), Jumelle (*117*), Holzner (*108*), Tschirch (*238*), Zoebl (*276*, *277*), Holfert (*104*), Hérail et Bonnet (*01*), Macé (*150*), Tschirch und Oesterle (*240*), Krutizky (*131*), True-Rodney (*234*), Pammel (*181*, *182*), Guérin (*71*, *72*, *73*, *75*).

Genres *Triticum*, *Hordeum*, *Lolium*, *Agropyrum*, *Ægylops*, *Avena*, *Uniola*, *Lygeum*, *Leersia*, *Phænosperma*, *Diarrhena*, *Ampelodesmus*, *Enteropogon*, *Erianthus*, *Glyceria*, *Sorghum*, *Stipa*, *Piptatherum*, *Bromus*, *Brachypodium*, *Zea*, *Coïx*, *Euchlaena*, *Tripsacum*, *Oryza*, *Eleusine*, *Dactyloctenium*, *Crypsis*, *Sporobolus*, *Zizanopsis*, *Bambusa* (2), *Merostachys* (1).

Péricarpe plus ou moins complètement résorbé, à couches internes généralement respectées :

Ep. e., cellules à parois cellulosiques, épaisses, parfois (*Crypsis* et la plupart des *Sporobolus*) fortement mucilagineuses.

Tf. e. généralement collenchymateux, rarement parenchymateux (*Oryza*), mucilagineux (*Crypsis*, la plupart des

Sporobolus), ou sclérifié (*Sporobolus heterolepis, Zizanopsis*).

Tf. m. généralement résorbé, rarement parenchymateux (*Zea, Oryza*), mucilagineux *Crypsis*, la plupart des *Sporobolus*), ou sclérifié (*Sporobolus heterolepis, Zizanopsis*).

Tf. i. généralement à cellules transversales en une assise, rarement en deux assises (*Hordeum, Bambusa, Merostachys*), rarement parenchymateux (*Oryza*), ou mucilagineux (*Crypsis, Sporobolus*), ou formant un réseau chlorophyllien (*Yrena*), ou résorbé (*Coïx, Euchlaena, Eleusine, Dactyloctenium*).

Ep. i. en général partiellement résorbé, formé de cellules tubuleuses allongées longitudinalement, plus ou moins nombreuses et distantes les unes des autres ; rarement intègre (*Stipa, Piptatherum, Coïx, Euchlaena*), ou mucilagineux (*Cripsis, Sporobolus*), ou totalement résorbé (*Agropyrum, Ægylops, Eleusine, Dactyloctenium*).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la secondine et presque toujours par l'*Ep. N.*, rarement, en outre, par le *Tf. N.* ; primine toujours résorbée.

Ep. e. S., cellules brunes, à parois minces, écrasées.

Ep. i. S., cellules plates, brunes, à parois minces, rarement épaisses (*Eleusine, Dactyloctenium*).

Ep. N., formant une bande hyaline, rarement résorbé (*Eleusine, Dactyloctenium, Bambusa, Merostachys*).

Tf. N. rarement persistant (*Lolium*) et s'ajoutant à l'*Ep. N.* pour former une large bande hyaline.

Spermoderme entièrement résorbé chez *Zea, Coix, Euchlaena, Tripsacum, Oryza*.

SOUS-EMBRANCHEMENT DES GYMNOSPERMES.

135. — GNÉTACÉES.

Bibliographie : Eichler E.-P. (*55*), Bertrand (*18bis*).

Genres *Ephedra*, *Welwitschia*, *Gnetum*.

Ovules orthotropes à un seul tégument.

Spermoderme formé par le tégument réduit à une mince pellicule cornée résultant de l'écrasement des cellules à parois minces qui le constituent.

136. — CONIFÈRES.

Bibliographie : Eichler, Engler und Prantl E.-P. (*55*), Bertrand (*18bis*), Tschirch und Oesterle (*240*), Pilger E. (*56*).

Tribus : **Taxinées** (Genres *Torreya*, *Cephalotaxus*, *Taxus*, *Phyllocladus*) ; **Salisburiées**, **Podocarpées** (Genres *Podocarpus*, *Saxe-Gothea*) ; **Abiétinées**, (Genre *Pinus*), **Araucariées** (Genre *Araucaria*) ; **Séquoiées** (Genre *Sequoia*) ; **Cupressinées** (Genres *Callitris*, *Cupressus*, *Biota*, *Juniperus*).

Ovules orthotropes à un seul tégument.

Spermoderme formé par le tégument et parfois (*Juniperus*) par quelques restes écrasés du nucelle.

Ep. e. T., cellules plus (*Taxinées*, *Séquoiées*, *Cupressinées*) ou moins (*Salisburiées*, *Abiétinées*, *Saxe-Gothea*) petites à cuticule parfois très épaisse (*Taxinées*, *Salisburiées*), rarement (*Podocarpus*, *Araucariées*) entièrement confondu avec les tissus de l'écaille ovulifère.

Tf. e. T. nul (*Saxe-Gothea*) ou confondu avec les tissus de l'écaille ovulifère (*Podocarpus*, *Araucariées*) ou à 1 assise de cellules radiales (*Taxus*, *Phyllocladus*, *Juniperus*) ou aplaties (*Abiétinées*) ou fibreuses, sclérifiées, discontinues (*Séquoiées*, *Callitris*) ou plusieurs assises de cellules à parois minces entremêlées de glandes résinifères

passant peu à peu (*Salisburiées*) ou non au *Tf. m. T.*, parcourues dans toute leur étendue (*Cephalotaxus*) ou partiellement (*Torreya*) ou nullement (*Cupressus*, *Biota*) par deux faisceaux.

Tf. m. T., généralement plusieurs assises de cellules sclérifiées isodiamétriques, rarement (*Torreya*) parcourues vers la base par deux faisceaux, parfois les assises internes (*Salisburiées*) ou toutes les assises (*Araucariées*) allongées longitudinalement, rarement 1 assise sclérifiée, prismatique (*Phyllocladus*), ou plusieurs assises de cellules à parois minces entremêlées de grosses glandes résinifères (*Séquoiées*, *Callitris*).

Tf. i. T., plusieurs assises écrasées, généralement fortement, rarement faiblement (*Séquoiées*, *Cupressinées*).

Ep. i. T., 1 assise se comportant comme le *Tf. i. T.*

Chez les Séquoiées, les *Ep. e. T.* et *Tf. e. T.* contribuent à former les ailes latérales de la graine.

137. — CYCADÉES.

Bibliographie : Eichler, Engler und Prantl E.-P. (55), Bertrand (*18bis*).

Genres *Cycas*, *Ceratozamia*, *Encephalartos*.

Ovules orthotropes à un seul tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules petites, à contenu jaune ou rouge, des stomates et souvent des poils (sauf chez *Encephalartos*).

Tf. e. T. uniforme (*Cycas*) ou plus épais vers le micropyle (*Encephalartos*), formé de cellules amylifères à parois peu épaisses, comprenant des glandes résinifères et des faisceaux.

Tf. m. T., sclérenchyme à plusieurs assises, les externes à cellules isodiamétriques, les internes à cellules allongées longitudinalement.

Tf. i. T., plusieurs assises écrasées, comprenant un faisceau.

Ep. i. T., cellules écrasées.

ADDITIONS ET CORRECTIONS

A la suite des publications récentes de M. Peltrisot (*188bis*, *188ter*), les modifications suivantes s'imposent : page 31.

22. — PIROLACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Drude E.-P. (*55*), Artopœus (*8*), Peltrisot (*188bis*, *188ter*).

GENRES *Pirola* (4), *Moneses* (1), *Chimaphila* (1).

OVULES anatropes à un tégument de deux assises de cellules.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules allongées longitudinalement à parois interne et latérales un peu épaissies, colorées en jaune ou en brun, munies de ponctuations étroites (*Pirola*, *Chimaphila*) ou larges (*Moneses*).

Tf. T.
Ep. i. T. } fortement écrasés.

Albumen aleurique.

22bis. — MONOTROPACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Strasburger (*229bis*), Koch (*127bis*), Drude E.-P. (*55*), Peltrisot (*188bis*, *188ter*).

GENRE *Monotropa* (1).

OVULE anatrope à un tégument très transparent.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules à parois interne et latérales un peu épaissies.

Tf. T.
Ep. i. T. } résorbés.

Albumen aleurique.

A la page 61 :

60. — ERICACÉES.

Bibliographie : Drude E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Artopœus (*8*), Peltrisot (*188bis*, *188ter*).

Genres *Andromeda* (1), *Arbutus* (3), *Arctostaphylos* (4), *Bruckenthalia* (1), *Bryanthus* (2), *Calluna* (1), *Cassandra* (1), *Clethra*, *Daboccia* (1), *Enkianthus* (1), *Erica* (6), *Gaultheria* (2), *Kalmia* (4), *Ledum* (3), *Loiseleuria* (1), *Menziesia* (1), *Oxydendron* (1), *Pieris* (3), *Rhododendron* (8), *Zenobia* (1).

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T. exceptionnellement dédoublé en plusieurs assises caractéristiques de cellules arrondies à parois très épaisses et ponctuées (*Andromeda*) ; ordinairement simple, à cellules parfois à contours sinueux de face et à paroi interne épaisse, seule (*Bruckenthalia*) ou en même temps que la partie interne des parois latérales (*Erica stricta*) ; le plus souvent à contours rectilignes, parfois isodiamétriques, polygonales à parois toutes épaisses et ponctuées également (*Zenobia* où quelques-unes sont cloisonnées tangentiellement), ou l'externe un peu moins (*Gaultheria procumbens*), ou à paroi interne seule très épaisse canaliculée et à paroi externe prolongée en papille (*Daboecia*) ; généralement cellules longitudinalement allongées, et alors très longues, fibreuses, à paroi interne seule un peu épaissie et ponctuée (*Oxydendron*, *Ledum*, *Rhododendron*, *Menziesia*), ou polygonales, moins longues, assez étroites, à parois interne et latérales épaisses et ponctuées (*Kalmia*) ou assez larges, plus courtes, à paroi externe mince (*Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Pieris*, *Enkianthus*, la plupart des *Erica*, *Calluna*, *Loiseleuria*, *Bryanthus*, *Clethra*), ou peu épaisse (*Cassandra*), ou assez épaisse (*Gaultheria Shallon*), à parois latérales entièrement épaissies, fortement (*Arbutus*, *Gaultheria Shallon*, *Cassandra*, *Enkianthus*, *Loiseleuria*), ou

modérément (*Clethra*), ou peu (*Bryanthus*, *Calluna*), ou diversement (*Arctostaphylos*), ou nullement (*Pieris*), ou dans leur portion interne seulement (la plupart des *Erica*), munies de ponctuations ordinaires (la plupart des genres), ou canaliculées minces (*Arbutus*) ou caractéristiques (*Calluna*), à paroi interne épaissie fortement (*Arbutus*, *Gaultheria Shallon*, *Cassandra*, *Loiseleuria*, *Clethra*), modérément (*Arctostaphyos*, *Erica*), ou peu (*Pieris*, *Calluna*, *Bryanthus*), à ponctuations caractéristiques (*Calluna*), ou très larges (*Clethra*). Parfois un contenu brun (*Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Gaultheria Shallon*, *Pieris*), ou jaune (*Bruckenthalia*).

Tf. T.
Ep. i. T. } écrasés en une lame brunâtre ordinairement mince, rarement assez épaisse (*Arctostaphylos*).

A la page 6, ligne 9 : lisez Af Klercker au lieu de Af. Klercker.

A la page 7, ligne 13 : lisez tégumens au lieu de téguments.
» 10, » 24 : » amène » amènent.
» 14, avant dernière ligne : lisez rapporter au lieu de reporter.

A la page 28, ligne 1 : lisez tabulaires au lieu de tubulaires.

A la page 47, dernière ligne : lisez *Scleranthus* au lieu de *Tcleranthus*.

A la page 88, ligne 8, lisez : *Euphorbia* au lieu de *Eupyorbia*.

A la page 89, ligne 3 : supprimez le mot : une.

BIBLIOGRAPHIE

1. — ABRAHAM MAX. : Bau und Entwicklungsgeschichte der Wandverdickungen und der Samenoberhautzellen einiger Cruciferen. — *Jahrbüch. f. wiss. Botanik*, XVI. Bd.

2. — ADLERZ E.: Bidrag till Frukväggens Anatomi hos Ranunculaceæ. — Örebro, 1884.

3. — AF KLERCKER JOHN E. F. : Untersuchungen uber den anatomischen Bau und die Entwickelung von *Ceratophyllum*. — *Bot. Centralblatt*, XXI. Bd., 1885, pp. 157-159.

4. — ARCHANGELI G. : Sul germagliamento della *Euryale ferox* Sal. — *Nuovo Giorn. botan. Italiano*, vol. XX, 1888, p. 467.

5. — ARCHANGELI G. : Sulla struttura dei semi della *Nymphea alba*. — *N. G. B. I.* XXI, 1889, pp. 122-125.

6. — ARCHANGELI G.: Sulla struttura del seme del *Nuphar luteum* Sm. — *N. G. B. I.* XXI, 1889, pp. 138-140.

7. — ARCHANGELI G.: Sulla struttura dei semi della *Victoria regia* Lindl. — *N. G. B. I.* XXI, 1889, pp. 286-289.

8. — ARTOPOEUS A. : Ueber den Bau und die Öffnungsweise der Antheren und die Entwickelung der Samen der Erikaceen. — *Flora* 92. Bd. 1903.

9. — ATTEMA J. J.: De Zaadhuid der Angiospermae en Gymnospermae en haare ontwikkeling. — Groningue, 1901.

10. — BACHMANN E. T. : Darstellung der Entwickelungsgeschichte und des Baues der Samenschalen der Scrophularineen. — *Nova Acta Leopoldina*, XLIII. Bd., Halle, 1881, 4°, 179 p.

11. — BACHMANN : Die Entwickelungsgeschichte des Samenflügels von *Rhinanthus*. — *Bot. Centralblatt*, XI. Bd., 1882

12. — BARONI E.: Sulla struttura del seme dell' *Evonymus japonica*. — *N. G. B. I.*, vol. XXIII, 1891, p. 513.

13. — BARONI E. : Ricerche anatomiche sul frutto e sul seme di *Eugenia myrtillifolia* D.C. — *Bull. Soc. bot. Ital.*, Firenze, 1892, p. 275.

14. — BARONI E. : Sulla struttura del seme dell' *Hemerocallis flava* L. — *Bull. Soc. bot. Ital.*, Firenze, 1892, p. 61.

15. — BECK G.: Vergleichende Anatomie der Samen von *Vicia* und *Ervum*. — *Sitzungsber. d. Wien. Akad.*, 1878, Mai, et *Bot. Zeitg.*, XXXVI, pp. 442, 767.

16. — BENECKE F. : Die verschiedene Sesamarten und Sesamkuchen des Handels. — *Pharm. Centralblatt*, 1887, n° 22, p. 545-551.

17. — BERG OTTO.: Anatomischer Atlas zur Pharmaceutischen Waarenkunde. — Berlin, 1885.

18. — BERTRAND E. C.: Traité de Botanique. — *Archives botaniques du Nord de la France*. Lille, 1881.

18bis. — BERTRAND C. E. : Étude sur les téguments séminaux des végétaux Phanérogames Gymnospermes. — *Ann. des Sciences naturelles Botanique*, 6e série, tome VII.

19. — BILLE GRAM.: Om Fröskallen Bygning hos Euphorbiaceerne. — *Bot. Tidskrift*. 20e Bd., pp. 358-385 et 5 pl., 1896.

20. — BILLINGS F.: Beiträge zur Kenntniss der Samenentwickelung... — *Flora*, 1901, p. 253.

21. — BISCHOFF : Handbuche der botanischen Terminologie und Systemkunde. I. Bd. ; Nurnberg, 1833.

22. — BLONDEL H.: Observations sur la structure des graines de *Soja hispida*. — *Journ. de pharmacie et de chimie*, 5e série, t. 18. Paris 1888, pp. 537-541.

23. — BOCHMAN F.: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte officineller Samen und Früchte. — *Inaug. Diss.* ; Berne 1901.

24. — Bordzilowski J. : Ueber die Entwicklung der beerenartigen und fleischigen Früchte. — *Erste Mitth. Arb. Kiewer Naturf. Ges* ; Bd. ix, H. 1, pp. 65-106. Kiew 1888 (en russe).

25. — Brandza Marcel : Sur l'anatomie et le développement des téguments de la graine chez les Géraniacées, Lythrariées et Oenothérées. — *Bull. Soc. bot. de France*, t. xxxvi, 1889, pp. 417-420.

26. — Brandza Marcel : Recherche sur le développement des téguments séminaux des Angiospermes. — *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, 1890, 1er semestre, t. cx, pp. 1223-1225.

27. — Brandza Marcel : Développement des téguments de la graine. — *Revue générale de Botanique*, t. iii, 1891.

28. — Briosi G. e Torquato G. : Intorno alla struttura anatomica ed alla composizione chimica del frutto del Pomodoro (*Lycopersicum esculentum* Mill). — *Rendi conti delle sess. della R. Acad. delle Scienze dell' Ist. di Bologna*, 1889, pp. 59-64.

29. — Briquet J. : Sur la carpologie du *Bupleurum croceum* Fenzl. et du *Bupleurum Heldreichii*. — *Bull. Herb. Boissier*, Genève, t. iii, p. 73.

30. — Briquet J. : Recherches anatomiques et biologiques sur le fruit du genre *Oenanthe*. — *Bull. du Labor. de Bot. gén. de Genève*, t. iii, p. 9.

31. — Briquet John : Sur la carpologie et la systématique du genre *Rhyticarpus*. — *Bull. Herb. Boissier*, t. v, 1897, p. 444.

32. — Brongniart Ad. : Mémoire sur la génération et le développement de l'embryon dans les végétaux phanérogames. — Paris, 1827.

33. — Bruinotte C. : Sur les téguments séminaux de quelques espèces du genre *Impatiens L.* — *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, 1900, t. cxxx, p. 181.

34. — BUCHENAU : Die Sculptur der Samenhaut bei den deutschen *Juncus*. — *Bot. Zeitg.*, 1867, XXV.

35. — BURCHARD O. : Ueber den Bau der Samenschale einiger *Brassica*-und *Sinapis*-Arten. — *Journ. f. Landw.*, XLII Bd. 1894, H. 28, p. 125.

36. — BUSCALIONI L. : Sulla struttura e sullo sviluppo del seme della *Veronica hederaefolia*. — *Memorie Acad. Torino*, ser. II, t. 43, 1893. Tiré à part in-4° ; 50 p. avec 3 pl.

37. — BUSCALIONI L. : Contribuzione allo studio della membrana cellulare. Parte IV. — *Malpighia* VIII, p. 3.

38. — CAMPBELL D. H. : Embryosac of *Peperomia*. — *Annals of Botany*, 1901, March.

39. — CAVARA F. : Ricerche sullo sviluppo del frutto della *Thea chinensis*. — *Bull. Soc. bot. Ital.*, 1898, p. 238.

40. — CHALON : La graine des Légumineuses. — Mons, 1875.

41. — CHATIN J. : Etudes sur le développement de l'ovule et de la graine dans les Scrofularinées, les Solanées, les Borraginées et les Labiées. — *Ann. des Sciences nat. Botanique*, 5e sér., t. XIX, 1874.

42. — CHODAT R. et RODRIGUE A. : Le tégument séminal des Polygalacées. — *Bull. Herb. Boissier*, t. I, 1893, pp. 197-202.

43. — CLAES et THYES : Des précautions à prendre dans l'analyse des denrées alimentaires. — *Bull. de l'Ass. Belge des Chimistes*, VI, nos 2 et 3 ; Bruxelles, 1892.

44. — CLAES et THYES : Contribution à l'examen microscopique du poivre et de ses falsifications. — Bruxelles, 1893.

45. — CLAES et THYES : Histologie et Morphologie comparée des Tests des graines entrant dans la composition normale des principaux tourteaux alimentaires. — Bruxelles, 1893.

46. — Correns C. : Ueber die Epidermis der Samen von *Cuphea viscosissima*. — *Berichte d. Deustche bot. Gesellschaft*, x. Bd., 1892, p. 143.

47. — Cramer : Pflanzenphysiologische Untersuchungen. — *Botanische Beiträge*, Heft 3 ; Zurich, 1855.

48. — D'Arbaumont Jules: Note sur les téguments séminaux des Crucifères. — *Bull. de la Soc. bot. de France*, t. xxxvii, 1890.

49. — Decaisne : Sur le pollen et l'ovule du Gui. — *Ann. des Sciences nat. Botanique*, 2e sér., t. xiii, 1840, pp. 292-340.

50. — Decrock E. : Anatomie des Primulacées. — *Ann. des Sciences nat. Botanique*, 8e sér., t. xiii, 1901.

51. — De Lanessan : Sur la structure du *Garcinia Mangostan*. — *Bull. mens. de la Soc. Linnéenne de Paris*, 1875, t. xiv, pp. 484-486.

52. — De Toni G.-B. : Ricerche sulla istologia del tegumento seminale et sul valore dei caratteri carpologici nella classificazione dei Geranii. — Tiré à part de *A. Ist. Ven.*, ser. vi, t. 6, 1888, 43 p.

53. — Ducamp L. : Recherches sur l'embryogénie des Araliacées. — *Ann. des Sciences nat. Botanique*, 8e sér., t. xv, 1902.

54. — Dutailly G. : Des épaississements cellulaires spermodermiques chez les Cucurbitacées. — Paris, 1872.

55. — Engler A. und Prantl K. : Die natürlichen Pflanzenfamilien. — Leipzig, 1887.

56. — Engler A : Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. — Leipzig, 1900.

57. — Fauth Ad. : Beiträge zur Anatomie und Biologie der Früchte und Samen einiger einheimischer Wasser-und Sumpfpflanzen. — *Beih. Botan. Centralbl.* xiv (1903), H. 3.

58. — Fickel, J.-F : Ueber die Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Samenschalen einiger Cucurbitaceen. — *Bot. Zeitg.*, xxxiv, p. 737.

59. — FLUCKIGER : Lehrbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreiches. — Berlin, 1867.

60. — GARCIN A.-G. : Recherches sur l'histogénèse des péricarpes charnus. — *Ann. des Sciences nat. Bot.*, 7e sér., t. XII, 1890.

61. — GARCKE A : Pharmaceutische Waarenkunde von Dr O. Berg ; Aufl. 4. neu bearbeitet. — Berlin, 1869.

62. — GARDINER W. and HILL A.-W. : The histology of the Endosperm during germination in *Tamus communis* and *Galium tricorne*.—*Proceed. of the Cambridge Philos. Soc.*, vol. XI, p. 445.

63. — GÉRARD, R. : Traité pratique de Micrographie. — Paris, 1887.

64. — GIBELLI G. e FERRERO F. : Ricerche di Anatomia e morfologia intorno allo sviluppo dell' ovolo e del seme della *Trapa natans* L. — *Malpighia*, an. V, 1891.

65. — GIBELLI G. e FERRERO F. : Ricerche di anatomia e morfologia intorno allo sviluppo del fiore e del frutto della *Trapa natans* L. — *Malpighia* IX, 1895.

66. — GODFRIN J. : Etude histologique sur les téguments séminaux des Angiospermes. — Nancy, 1880.

67. — GRAVIS A. : Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica* L. — *Mémoires couronnés et Mém. des Savants étrangers publiés par l'Académie Royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, t. LVII, 1898.

68. — GRESSNER H. : Zur Keimungsgeschichte von *Cyclamen*. — *Bot. Zeitg.*, XXXII.

69. — GRIS A. : Note sur les téguments de la graine du Ricin. — *Ann. des Sciences nat. Bot.*, 4e sér., t. XVII, 1862.

70. — GRÜTTER W. : Ueber den Bau und die Entwicklung der Samenschalen einiger Lythrarieen. — *Inaug. Diss.*, 26 p., in-4° ; Basel, 1894.

71. — GUÉRIN P. : Structure particulière du fruit de quelques Graminées. — *Journal de Botanique*, XII, p. 365.

72. — GUÉRIN P. : Sur le développement des téguments séminaux et du péricarpe des Graminées. — *Bull. de la Soc. bot. de France*, t. XLV, p. 405, 1898.

73. — GUÉRIN P. : Sur le développement du tégument séminal et du péricarpe des Graminées. — *Ann. des Sciences nat. Bot.*, sér. 8, t. XX.

74. — GUÉRIN P. : Développement de la graine et en particulier du tégument séminal de quelques Sapindacées. — *Journ. de Botan.*, 1901.

75. — GUÉRIN P. : Développement et structure anatomique du fruit et de la graine des Bambusées. — *Journ. de Botan.* 1903, n°s 10-11.

76. — GUÉRIN P. : Développement et structure anatomique du tégument séminal des Gentianacées. — *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXXXVI, n° 18, 4 mai 1903; Paris.

77. — GUÉRIN P. : Recherches sur le développement et la structure anatomique du tégument séminal des Gentianacées. — *Journ. de Botanique*, 1904, n° 1.

78. — GUIGNARD L. : Recherches sur la localisation des principes actifs des Crucifères. — *Journ. de botanique*, 4e année, 1890.

79. — GUIGNARD L. : Note sur l'origine et la structure du tégument séminal chez les Capparidées, Résédacées, Hypéricacées, Balsaminées et Linacées. — *Bull. de la Soc. bot. de France*, t. XL, pp. 56-59, 1893.

80. — GUIGNARD L. : Recherches sur le développement de la graine et en particulier du tégument séminal. — *Journal de Botanique*, VII, 1893.

81. — HABERLANDT : Die Schutzeinrichtungen in der Entwicklung der Keimpflanze.

82. — HABERLANDT : Ueber die Entwicklungsgeschichte und den Bau der Samenschalen besonders der Gattung *Phaseolus*. — *Sitzber. d. Akad. d. Wissensch. Wien*, LXXV. Bd., 1 Abth., 1877.

83. — Hall : An embryological study of *Limnocharis emarginata*. — *Botanical Gaz.*, xxxiii (1902), p. 214.

84. — Hallström K.-Th. : Anatomische Studien über die Samen der Myristicaceen und ihre Arillen.— *Arch. d. Ph.*, 233, 1895, p. 441.

85. — Hanausek T.-F. : Ueber die Harz-und Oelräume in der Pfefferfrucht. — *Jahresber. der Staatsrealsch. am Schottenfelde* ; 1885-1886, 14 p. ; Wien, 1886.

86. — Hanausek T.-F. : Ueber die Samenhautepidermis der *Capsicum*-Arten. — *Ber. der Deutschen bot. Geselchsch.*, 1888, pp. 329-331.

87. — Hanausek T.-F. : Zur mikroskopische Charakteristik der Baumwollensamenproducte. — *Zeitschr. öst. Apoth.*, 1888, n° 35, pp. 569-572 ; n° 36, pp. 591-595.

88. — Hanausek T.-F. : Die Entwicklungsgeschichte der Frucht und des Samens von *Coffea Arabica* L. — *Zeitschr. für Nahrungsmittelunters. und Hygiene*, 1890 et 1891.

89. — Hartwich C. : Ueber die Samenschale der Koloquinthe. — *Archiv der Pharm.*, xvii. Bd., 1882, p. 582.

90. — Hartwich Carl. : Ueber die Samenschale der Solanaceen. — *Festschr. Naturf. Ges. Zurich*, 2 Theil, 41. Bd., 1897.

91. — Harz : Landwirthschaftliche Samenkunde. — Berlin, 1885.

92. — Harz C.-O. : Verholzung bei höheren Pflanzen, speciell über das Vorkommen von Lignin in Samenschalen. — *Sitzg. des bot. Ver. in München* vom 13. Mai 1885 ; *Bot. Centralblatt*, 1885, n°s 40, 41, 42.

93. — Hassack K. : Die cultivirten *Sorghum*-Arten, der anatomische Bau ihrer Früchte und ihre technische Bedeutung. — *Mitt. aus dem Labor. für Waarenkunde an der Wien. Handels-Ak.*, 15. Jahresb., Wien, 1887, pp. 113-140.

94. – Hegelmaier F. : Zur Entwickelungsgeschichte monocotyledoner Keime, nebst Bemerkungen über die Bildung der Samendeckel. vi. — *Bot. Zeitg.*, xxxii, p. 705.

95. — Hegelmaier F. : Ueber Bau und Entwickelung einiger Cuticulargebilde. — *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik*, ix, p. 286.

96. – Hegelmaier F. : Zur Entwicklungsgeschichte endospermatischer Gewebekörper. — *Bot. Zeitg.*, 1886, p. 591.

97. — Hegelmaier Fr. : Ueber den Keimsack einiger Compositen und dessen Umhüllung. – *Bot. Zeitg.*, 1899.

98. — Heimerl : Beiträge zur Anatomie der Nyctagineen I. — *Denkschr. Wien. Akad. Mathem. Naturw. Kl.*, liii. Bd., 1887, 2e Abth., pp. 61-78.

99. — Heineck Otto : Beitrag zur Kenntniss des feineren Baues der Fruchtschalen der Compositen. — *Inaug. Diss.*, Giessen, 1890, 26 p., 8°.

100. — Heinricher E. : Zur Biologie der Gattung *Impatiens*. — *Flora*, 1888, n° 11, pp. 163-175; n° 12, pp. 179-185.

101. — Hérail et Bonnet : Manipulations de botanique médicale et pharmaceutique. – Paris, 1891.

102. — Herlant A. : Caractères microscopiques de quelques graines officinales. — Bruxelles, 1882.

103. — Hofmeister : Ueber die zu Gallerte aufquellenden Zellen der Aussenfläche von Samen und Perikarpien. — *Berichte der königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften*, Leipzig, 1858, Heft. 1.

104. — Holfert J. : Die Nährschicht der Samenschalen. — *Flora*, 1890.

105. — Holferty G. M. : Ovule and Embryo of *Potamogeton natans*. — *Bot. Gazette*, 1901, xxxi, n° 5, pp. 339-346.

106. — Holm Th. : *Obolaria virginica* L.. A morphological and anatomical study. — *Ann. of bot.*, t. xi, 1897.

107. — Holm : The seedlings of *Jatropha multifida* L. and *Persea gratissima* Gartn. — *Bot. Gazette*, vol. xxviii, 1899, p. 60.

108. – HOLZNER : Die Bestandtheile und Gewebeformen des bespeltzen Gerstenkornes. — *Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen*, München, 1888, n° 23.

109. — HOLZNER : Die äussere Samenhaut der deutschen *Drosera*-Arten. — *Flora*, 90. Bd., 1902.

110. — HUBER J. : Observaçoes histologicas e biologicas sobre o fructo da *Wulfia stenoglossa* D. C. (Jambù).

111. — ICHIMURA T. : Studies on the bukwheat. — *Bot. mag.*, Tokio, pp. 99-101.

112. — JELIFFE E. : A study of some of the nuclets of the officinal Labiates. — *The Druggist Circular*, vol. 41, 1897.

113. — JOHNSON DUNCAN S. : On the endosperm and embryo of *Peperomia pellucida*. — *The Botanical Gazette*, vol. XXX, 1900, n° 1.

114. — JOHOW F. : Die chlorophyllfreien Humusbewohner West Indiens. — *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot.*, LX. Bd., 1885.

115. — JUEL H.-O. : Zur Entwickelungsgeschichte des Samens von *Cynomorium*. — *Beih. Botan. Centralb*, Bd. XIII, H. 2, 1902.

116. — JUEL H.-O. : Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Samenanlage von *Casuarina*. — *Flora*, 92. Bd., 1903.

117. — JUMELLE H. : Sur la constitution du fruit des Graminées. — *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, 1888, 2e sem., t. CVII, pp. 285-287.

118. — JUMELLE H. : Sur les graines à deux téguments. – *Bull. Soc. bot. de France*, 1888, t. 35, pp. 302-304.

119. — JUNOWICZ R. : Die Lichtlinie in den Prismenzellen der Samenschalen. — *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. zu Wien*, Bd. LXXVI, Abt. I, Oct. H., 1877.

120. — KAYSER G. : Ueber das Verhältniss der Integumente der Samenanlagen zu den Samendecken der reifen Samen. — *Ber. pharm. Ges.*, Bd. I, 1891.

121. — Kayser G. : Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Samendecken bei den Euphorbiaceen mit besonderer Berücksichtung von *Ricinus communis* L. — *Ber. pharm. Ges.*, Bd. ii, 1892.

122. — Kayser G. : Ueber das Verhalten des Nucellus in den Samenanlagen von *Croton flavens* L. — *Ber. d. Deutsch. bot. Ges.*, xi, 1893.

123. — Kayser G. : Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte der Samen mit besonderer Berücksichtung des hystogenetischen Aufbaues der Samenschalen. — *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot.*, xxv. Bd., 1893. pp. 79-148.

124. — Kinzel W. : Ueber die Samen einiger *Brassica-* und *Sinapis*-Arten, mit besonderer Berücksichtung der ostindischen. — *Die landwirthschaftlichen Versuchstationen*, lii. Bd., H. 3.

125. — Koch : Untersuchungen über die Entwickelung des Samens der Orobanchen. — *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot.*, xi. Bd., 1877, p. 233.

126. — Koch L. : Zur Entwickelungsgeschichte der Cuscuteen.— *Verhandl. des Heidelberger naturhist. medic.-Vereins.* N. ; Ser. i, H. 1.

127. — Koch L. : Untersuchungen über die Entwickelung der Cuscuteen. — *Hanstein's bot. Abhandlungen*, ii. Bd., H. 3.

127bis. — Koch L. : Die Entwicklung der Samen von *Monotropa Hypopitys.* — *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot.*, 1882, p. 227.

128. — Koorders : De kiemontwikkeling van *Tectona grandis* L. — *Natuurk. Tijdschr. v. Ned. Indië*, deel i, ser. 8, 1892.

129. — Korzschinky S. : Ueber die Samen der *Aldrovandia vesiculosa* L. — *Bot. Centralblat*, 1886, n° 37, pp. 302-304 ; n° 3, pp. 334-335.

130. — KRAUS G. : Ueber den Bau trockner Pericarpien. – *Jahrb. f. wiss Bot.* ; 1866, V. Bd., H. 1.

131. — KRUTIZKY P. : Sur quelques particularités dans la structure de caryopses secs du blé (en russe). — Analysé dans *Uebers. der Leist. auf dem Gebiete d. Bot. in Rüssland während 1891, von Famintzin* ; St-Pétersbourg, 1893, p. 62.

132. — KUDELKA : Ueber die Entwickelungsgeschichte und den Bau der Frucht und Samenschalen nuserer Cerealien. — *Landw. Jahrb. v. Nath. u. Thiel*, 1875.

133. — KUEHN J. : Die zweckmässigste Ernährung des Rindviehes ; Dresden 1875, 5. Auflage.

134. — LANG FR. X. : Untersuchungen über Morphologie, Anatomie und Samenentwickelung von *Polypompholix* und *Byblis gigantea*. — *Flora*, 1901.

134 bis. — LAURENT MARCELLIN : Recherches sur le développement des joncées. — *Ann. des Sciences nat. Bot.* ; 8e sér., t. XIX (1905).

135. — LE MONNIER : Recherches sur la nervation de la graine. — *Ann. des Sciences nat. Bot.*, 5e sér., t. XVI, 1872.

136. — LERNER und HOLZNER : Beiträge zur Kenntniss der Gerste ; München, 1888.

137. — LICOPOLI G. : Sopra i semi della *Cobaea scandens* Cav. — *R. A. Napoli*, an. XXVI, 1887, pp. 72-73.

138. — LICOPOLI G. : Sull' anatomia e fisiologia del frutto nell' *Anona reticulata* L. e nell' *Asimia triloba* Dun. — *Atti A. Napoli*, ser. II, vol. I, n° 11, 1888.

139. — LIGNIER O. : La graine et le fruit des Calycanthées. — *Bull. soc. Lin. de Normandie*, 4e sér., t. V, 1891, pp. 19-33.

140. — LINDAU G. : Zur Entwicklungsgeschichte einiger Samen. — *Ber. d. Deutsch. bot. Ges.*, IX, 1891, pp. 274-279.

141. — LINDINGER L. : Anatomische und biologische Untersuchungen der Podalyreen-Samen. — *Beih. z. bot. Centralblat*, 1903, XIV. Bd., p. 20.

142. — Lohde G. : Entwickelungsgeschichte und Bau einiger Samenschalen. — *Diss.* Leipzig, 1874, et *Schenk und Luersen's Mittheilungen.*

143. — Lohde G. : Ueber die Samenschale der Gattung *Portulaca.* — *Bot. Zeitg.*, xxxiii, p. 182.

144. — Lojacono M. : Sulla struttura dei semi di alcuni gruppi di *Oxalis.* — *Nuovo Gior. bot. Ital.*, xiv, 1882, n° 2.

145. — Lonay Hyac. : Contribution à l'anatomie des Renonculacées. — Structure des péricarpes et des spermodermes. — *Mém. de la Société Royale des Sciences de Liége*, 3e série, t. iii, 1901, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, 3e vol., 1901.

146. — Loose R. : Die Bedeutung der Frucht-und Samenschale der Compositen für den ruhenden und keimenden Samen. — *Inaug. Diss.* Berlin, 1891, 8°, 60 p.

147. — Lotar H.-A. — Essai sur l'anatomie comparée des organes végétatifs et des téguments séminaux des Cucurbitacées. Lille, 1881.

148. — Macchiati L. : Sessualita, anatomia del frutto e germinazione del seme della canapa. — *Boll. d. stazione agraria di Modena* ; nov. ser. an. ix, 1889.

149. — Macchiati L. : Ricerche sulla morfologia ed anatomia del seme della veccia di Narbona. — Tiré à part du *Boll. d. R. stazione agraria di Modena* ; nov. ser., vol. x, 1891.

150. — Macé E. : Les substances alimentaires étudiées au microscope. — Paris, 1891.

151. — Mann G. : Development of the makrosporangium in *Myosurus minimus.* Part I. — *Tr. Edimb.*, vol. xix, 1891, p. 67. — Part. ii. — Ibid., p. 89.

152. — Marloth : Mechanische Schutzmittel der Samen. — *Engler's bot. Jahrb.*, 1883, Bd. iv, iii. Heft.

153. — Mattirolo O. : La linea lucida nelle cellule Malpighiane degli integumenti seminali. — *Mem. della R.*

Accad. delle Sc. di Torino, ser. II, t. XXXVII, 1885, 4° ; 30 p.

154. — MATTIROLO e BUSCALIONI : Il tegumento seminale delle papiglionacee nel mecanismo della respirazione. — *Malpighia*, IV, 1890, pp. 313-330.

155. — MATTIROLO O. e BUSCALIONI L. : Ricerche anatomo-fisiologiche sui tegumenti seminali delle .Papilionacee. — *Mém. Accad. scienze Torino*, ser. II, t. 42, 1892, 4°, 187 p.

156. — MATTIROLO O. e BUSCALIONI L. : Osservazioni intorno al lavoro del sig. K. Schips. — *Malpighia*, VII, 1893.

157. — MERZ : Untersuchungen über die Samenentwickelung der Utricularieen. — *Flora*, LXXXIV. Bd., 1897, pp. 69-87.

158. — MEUNIER A. : Les téguments séminaux des Cyclospermées, 1re partie. — *La cellule*, t. VI, 1890.

159. — MEUNIER A. : Les téguments séminaux des Papavéracées. — *La Cellule*, t. VII, 1891.

160. — MEUNIER A. : Le développement séminal. — *La Cellule*, t. XII, 1897.

161. — MOELLER : Mikroskopie der Nahrungs-und Genussmittel, 1886.

162. — MOLISCH : Die Kieselzellen in der Steinschall der Steinnuss (*Phytelephas*). — *Central organ f. Warenkunde ù. Technol.*, 1891, Hft. 3.

163. — MONTEMARTINI L. : Contributo allo studio della anatomia del frutto e del seme delle Opunzie. — *Atti Ist. bot. dell' Univers. di Pavia*, vol. V, 1897.

164. — MONTEMARTINI LUIGI : Contributo allo studio della anatomia comparata delle Aristolochiaceæ. — *Atti dell' Ist. bot. dell' Univers. di Pavia*, IIe sér., vol. 7, 1902.

165. — MOREL O. : Contribution à l'étude de la graine du *Croton sebiferum*. — Nancy, Crépin, 8°, 34 p.

166. — MORREN CH. : Recherches sur l'ivoire végétal. — *Dodonaea, Recueil d'observations de botanique*, seconde partie, p. 72 (1843).

167. — Neri F. : Sulla struttura del frutto del *Laurus nobilis* L. — *P.-V. Pisa*, vol. vii, 1891, 15 p.

168. — Nestler A. und Stoklasa J. : Anatomie und Physiologie des Samens der Zuckerrübe *Beta vulgaris*. — *Zeitschr. f. Zuckerindustrie in Böhmen*, xxi. Bd., 1897.

169. — Nevinny J. : *Kickxia* und *Strophantus*. — *Z. öst. Apoth.*, 1887, n°s 20, 21, 22.

170. — Nevinny J. : Die Samen von *Camelina sativa* Crutz. — *Zeitschr. f. Nahrungsmittelunters. ù. Hygiene*, 1887, n° 5.

171. — Nicotra L. : Eterocarpia ed eterospermia. — *Boll. Soc. bot. Ital.*, 1898.

172. — Nobbe : Handbuch der Samenkunde. — Berlin, 1873.

173. — Olbers : Ueber den Bau der Geraniaceenfrüchte. —*Bot. Centralblat*, xxi, 1885.

174. — Olbers Alida : Bidrag till kännedomen om fruktväggens byggnad. — *Sv. V.-A. Ofvers*, 1885, n° 5.

175. — Olbers : Om fruktväggens anatomiska byggnad hos Rosaceerna. — *Öfversigt af Kgl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar*, xli, n° 4.

176. — Olbers Alida : Om fruktväggens byggnad hos Borragineerna. — *Sv. V. Ak. Bihang.*, Bd. 13, 3^e^ part., n° 2. — Stockholm, 1887.

177. — Olbers Alida : Om fruktväggens byggnad hos Labiaterna. — *Sv. Vet. Ak. Bih.*, Bd. 16, 3^e^ part., n° 4 ; Stockholm, 1890.

178. — Pammel L.-H. : On the structure of the Testa of several leguminous seeds. – *B. Torr. Bot. Club.*, 1886.

179. — Pammel L.-H. : On the seed coats of the genus Euphorbia. — *Trans. St-Louis Acad. of Sc.*. vol. v, n° 3, 1891.

180. — Pammel L.-H. : On the seeds and testa of some Cruciferae. — *Americ. monthly micr. Journ.*, 1897.

181. — Pammel L.-H. : Comparative anatomy of the corn caryopsis. — *Iowa Acad. Sc.*, vol. v, 1898.

182. — Pammel L.-H. : The histology of the caryopsis and endosperm of some Grasses. — *Transact. Acad. Sc. St-Louis*, 1898.

183. — Pammel L.-H. : Some methods in the study of mature seeds. — *Journ. appl. microsc.*, vol. 37.

184. — Pammel L.-H. : Anatomical characters of the seeds of Leguminosae, chiefly genera of Gray's Manual. — *Transact. Acad. Sc. St-Louis*, vol ix, 1899.

185. — Pammel L.-H., Bornis J.-R. et Thomas H. : Quelques études sur les graines et les fruits des Berberidacées. — *Iowa Acad. Sc.*, vol. v, 1898.

186. — Pattané L. — Dell' Evoluzione dei frutti nelle Sinanteree eterocarpiche. — *Malpighia*, xvii (1903).

187. — Péchoutre F. : Développement du tégument de l'ovule et de la graine du *Geum urbanum* L. — *Journ. de Bot.*, t. xv, 1901, p. 213.

188. — Péchoutre F. : Contribution à l'étude du développement de l'ovule et de la graine des Rosacées. — *Ann. des Sc. nat. Bot.*, 8e sér., t. 16, 1902.

188bis. — Peltrisot C.-N. : Développement et structure de la graine de quelques Ericacées. Note préliminaire. — *Journ. de Bot.*, 18e année, nos 6-7 (1904).

188ter. — Peltrisot C.-N. : Développement et structure de la graine chez les Ericacées. — *Journ. de Bot.*, 18e année, nos 10-11 (1904).

189. — Perrot Em. : Sur l'anatomie des fruits de Coriandre. — *Bull. Soc. pharm.* 1901, novembre.

190. — Pétermann : Sur la présence des graines de *Lychnis Githago* (Nielle) dans les farines alimentaires. — *Bull. de l'Acad. roy. de Bruxelles*, xlvii, no 8, août, 1879.

191. — Pfaefflin Paul : Untersuchungen über Entwicklungsgeschichte, Bau und Function der Nabelspalte und

der darunter liegenden Tracheideninsel verschiedener praktisch wichtiger Papilionaceen-Samen. — *Inaug.-Diss.*, Bern, 1897, 58 p.

192. — PFEIFFER ALB. : Die Arillargebilde der Pflanzen-Samen. — *Inaug. Diss.*, Berlin, 1891, 8°, 53 p.

193. — PFITZER E. und MAYER AD. : Zur anatomie der Blüthen und Fruchtstände von *Artocarpus integrifolia* L. — *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.* XIV, 1896.

194. — PIETERS A.-J. and CHARLES V.-K. : The seedcoats of certain species of the genus *Brassica*. — *U. S. Dep. Agricult., Div. of. Bot.*, Washington, 1901.

195. — PIROTTA R. : Sulla struttura del seme nelle Oleacee. — *Rendiconti del R. Istit. lomb. di scienza e lette.*, ser. III, vol. 16, fasc. 15 ; Milano, 1883.

196. — PIROTTA R. et LONGO B. : Sullo sviluppo del seme de *Cynomorium coccineum* L. — *Annali di Botanica* vol. I (1903), fasc. 1, p. 5.

197. — PITARD : Caractères anatomiques généraux des Ternstrœmiacées. — *Actes de la soc. Linn. de Bordeaux*, 6e sér., t. VII.

198. — POISSON : Observations sur les ovules et les graines des Ombellifères. — *Ass. franç. pour l'avancement des sciences* ; Paris, 1877 ; dl. I.

199. — POISSON J. : Matériaux pour servir à l'histoire de l'ovule et de la graine (*Asphodelus*). — *Bull. du Museum d'hist. nat.* (1903), p. 201.

200. — PRITZEL E. : Der systematische Werth der Samanatomie, insbesondere des Endosperms, bei den Parietales. — *Engler's Jahrb.*, XXIV, p. 348.

201. — RAMALEY : Seedlings of certain woody plants. — *Minn. bot. studies*, ser. II, part. II ; Minneapolis Minn., 1899.

202. — RAMALEY FRANCIS : The seed and seedling of the western larkspur (*Delphinium occidentale* Wats.). — *Minnesota botanical studies*, ser. II, 1900, part IV.

203. — RAUNKAIER : L'organisation et l'histoire du développement du spermoderme des Géraniacées. — *Botanisk Tidskrift*, Bd. XVI, 1887.

204. — RÖBER : Ueber die Entwickelungsgeschichte und den Bau einiger Samenschalen. — 1877.

205. — RODRIGUE ALICE : Recherches sur la structure du tégument séminal des Polygalacées. — *Bull. Herb. Boissier*, t. I, 1893.

206. — ROLFS P.-H. : The seedcoats of Malvaceae. — *Bot. Gaz.*, vol. XVII, 1892.

207. — ROSANOFF P. : Materialen zur Kenntniss der Schale von *Moneria*. — Moskau, 1890, 85 p., 8°.

208. — ROSENBERG : Studien über die Membranschleime der Pflanzen. I. Zur Kenntniss des Samenbaues von *Magonia glabrata* St-Hill. — *Bih. t. K. Sv. Vet. Akad. Handl.*, 1897, Bd. 23, Afd. III, n° 8.

209. — ROSENBERG : Vergleichende Anatomie der Samenschale der Cistaceen. — *Bih. t. K. Vet. Akad. Handl.* Bd. XXIV, Afd. 3, n° 1 ; *Medd. frän Stockholms Högskola*, n° 174, 1898, 60 p.

210. — ROWLEE W.-W. and HASTINGS GEORGE-T. : The seeds and seedlings of some Amantiferae. — *The bot. Gaz.*, vol. XXVI, 1898, n° 5.

211. — SCHADE A. : Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen über die Malabar-Cardamomen und vergleichend-anatomische Studien über die Samen einiger anderer *Amomum*- und *Eletteria*-Arten. — *Inaug. Diss.*, Bern, 1897, 61 p.

212. — SCHIMPER A.-F.-W. : Anleitung zur mikroskopisschen Untersuchung der Nährungs-und Genussmittel. — Jena, 1886.

213. — SCHIPS K. : Ueber die Cuticula und die Auskleidung der Intercellularen in den Samenschalen der Papilionaceen. — *Ber. d. Deutsch. bot. Ges.*, XI, 1893, pp. 311-318.

214. — Schleiden : Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Bluthentheile bei den Leguminosen. — 1838.

215. — Schleiden : Ueber das Albumen insbesondere der Leguminosen. — 1838.

216. — Schleiden : Grundzüge der wissenschafftliche Botanik. — Leipzig, 1850.

217. — Schlotterbeck Julius Otto : Beiträge zur Entwicklungsgeschichte pharmakognostisch wichtiger Samen. — *Inaug. Diss.*, Bern, 1896, 56 p.

218. — Schmidt W. : Untersuchungen über die Blatt- und Samenstruktur bei den Loteen. — *Beih. Bot. Centralb.*, Bd. xii, H. 3 (1902).

219. — Schroeder : Untersuchung der Samen der *Brassica*-Arten und Varietäten. — *Landwirthschaftliche Versuchstationen*, xiv. Bd., 1871, p. 179.

219bis. — Schwarzbart Just. : Anatomische Untersuchungen von Proteacen-Fruchten und Samen. — *Beih. zur Botan. Centralblatt*, xviii. Bd., 2. Abth., 1. H. 1905.

219ter. — Schweiger Jos. : Beiträge zur Kenntniss der Samenentwicklung der Euphorbiaceen. — *Flora* 94. Bd., 2. H. 1905.

220. — Schwere : Zur Entwicklungsgeschichte der Frucht von *Taraxacum officinale* Web. Ein Beitrag zur Embryologie der Compositen. — *Flora*, lxxxii. Bd., 1896.

221. — Sempolowski : Beiträge zur Kenntniss des Baues der Samenschale. — *Inaug. Diss.* ; Leipzig, 1874.

222. — Siim-Jensen : Beiträge zur botanischen und pharmakognostischen Kenntniss von *Hyosciamus niger* L. — *Bibliotheca bot.*, H. 51 ; Stuttgart, 1901.

223. — Sirrine E. : Structure of the seedcoats of Polygonaceae. – *Proc. Journ. Acad. Sc.* ii, 1895, pp. 128-135, 3 pl.

224. Solms-Laubach, Graf H. : Ueber den Bau der Samen in den Familien der Rafflesiaceae und Hydnoraceae. – *Bot. Zeitg.*, 1874, p. 337.

225. — SOLMS-LAUBACH, Graf H.: Die Entwickelung des Ovulums und des Samens bei *Rafflesia* und *Brugmansia*. — *Ann. d. Jardin bot. Buitenzorg*, 1898 ; 2e supplém., p. 11.

226. — SORAUER : Ueber den Samen der *Serradella*. — *Landwirthschaftliche Jahrbücher herausgegeben von Dr H. v. Nathusius und E. v. Salviati*; I. Bd., Heft 4.; Berlin, 1872.

227. — STOCKBARGER CH.-U. : Testa of the seeds of *Phytolacca*. — *Bot. Gazette*, oct. 1886, n° 10, vol. XI, pp. 274-275.

228. — STRANDMARK JOH-EDW.: Bidrag till kännedomen om froskalets byggnad. — *Dissert.*; Lund, 1874, 38 p.

229. — STRASBURGER Ed.: Die Coniferen und die Gnetaceen. – Jena, 1872.

229bis. — STRASBURGER ED. : Ueber Befrüchtung und Zelltheilung. — Jena, 1878.

230. — TANFANI E.: Nota preliminare sul frutto e sul seme delle Apiacee. — *Nuov. Giorn. bot. Ital.*, vol. XX, 1888.

231. — TANFANI E.: Morfologia ed Istologia del frutto e del seme delle Apiacee. — *Nuov. Giorn. bot. Ital.*, vol. XXIII, 1891, 18 p.

232. — THOMAS M.-B. : The sectionning of seeds. — *Journ. of appl. microscop.*, t. 32.

233. — TISCHLER G. : Untersuchungen über die Entwicklung des Endosperms und der Samenschale von *Corydalis cava*. — *Verh. Naturf. Medic. Ver.*, Heidelberg, VI. Bd., 1900, p. 351.

234. — TRUE-RODNEY H.: On the development of the caryopsis. — *Bot. Gazette*, vol. XVIII.

235. — TSCHIERKE P.: Beiträge zur vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte einiger Dryadeenfruchte.— *Zeitschr. f. Naturw.*, 1886, LIX, 4. Folge, V. Bd., pp. 580-628.

236. — Tschirch A. : Ucuhuba, die Samen von *Myristica Surinamensis*. — *Arch. d. Pharm.*, 1887 ; xxv. Bd. der 2. Reihe, 66. Jahrg., pp. 619-623.

237. — Tschirch A. : Anatomischer Bau des Cacao-Samens. — *Arch. d. Pharm.*, xiv. Jahrg., xxv. Bd., 1887.

238. — Tschirch : Angewandte Pflanzenanatomie. — Wien und Leipzig, 1889.

239. — Tschirch : Kleine Beiträge zur Pharmakobotanik und Pharmakochemie. — *Schweiz. Wochenschr. f. Chem. u. Pharm.*, xxxv. Bd., 1897, n°s 42-44.

240. — Tschirch und Oesterle : Anatomisches Atlas.

241. — Tschirch und Schad : Entwickelungsgeschichtliche Studien. — *Schweizer Wochenschr. f. Chem. u. Pharm.*, xxxv. Bd., 1897, n° 17.

242. — Uloth : Ueber Pflanzenschleim und seiner Entstehung in den Samenepidermis von *Plantago maritima* und *Lepidium sativum*. — *Flora*, 1875.

243. — Van den Berghe, Jules : Tourteaux et farines de lin. — Bruxelles, 1891.

244. — Van Tieghem Ph.: Traité de Botanique. 2e édition. — Paris, 1891.

245. — Van Tieghem Ph. : Structure de l'ovule et de la graine chez les Hydnoracées. — *Journ. de botanique*, xi, 1897, p. 233.

246. — Van Tieghem Ph. : Structure du fruit, germination et structure de la plantule de la Nuytsia. — *Bull. de la Soc. bot. de France*, xlv, p. 213.

247. — Van Tieghem Ph. : Sur les nodules nourriciers du placente des Utriculaires. — *Bull. du Museum d'hist. nat.*, 1900, pp. 39-44.

248. — Van Tieghem Ph. : Sur la structure de l'ovule et de la graine et sur les affinités des Salicacées. — *Bull. du Museum d'hist. nat.*, 1900, n° 4.

249. — Van Wisseling C. : Sur les canaux des Ombellifères.

250. — VESQUE : Recherches sur le sac embryonnaire des Phanérogames Angiospermes. — *Ann. des sc. nat. bot.*, 1878.

251. — VESQUE : Nouvelles recherches sur le sac embryonnaire des Phanérogames Angiospermes. — *Ann. des sc. nat. bot.*, 1879.

252. — VESQUE J. : Des caractères anatomiques dans la classification. — *Bull. de la soc. bot. de France*, t. XXXVI ; *Actes du Congrès de Paris* (1re partie , 1889.

253. — VIDAL LOUIS : Sur la structure et le développement du pistil et du fruit des Caprifoliacées. — *Ann. de l'Université de Grenoble*, 1897, 4me trim.

254. — VOGL : Die wichtigsten vegetabilischen Nahrungs- und Genussmittel — 1898.

255. — VOIGT A. : Ueber den Bauund die Entwickelung des Samens und des Samenmantels von *Myristica fragrans*. — *Inaug. Diss.*, Göttingen, 1885.

256. — VOIGT : Untersuchungen uber den Bau und die Entwickelung von Samen mit ruminirten Endosperm, etc. — *Ann. du Jardin bot. de Buitenzorg*, VII, 2, 1888.

257. — VON BRETFELD : Ueber die Anatomie der Samenschalen einiger Unkräuter. — 57ste *Jahresber. der Schlesichen Gesellsch. für vaterländische Cultur* ; Breslau, 1880.

258. — VON BRETFELD : Anatomie des Baumwolle- und Kapoksamens. Untersuchungen zum Zwecke der Construction von Verfälschungs-Identitäts-und Qualitätsdiagnosen. — *Jour. für Landwirthschaft*, XXXV. Bd, 1887.

259. — VON BUNGE K. : Zur Kenntniss der *Hydrastis canadensis* und ihrer alkaloïde. — *Arb. ph. Inst. Dorpat*, XI et XII.

260. — VON HÖHNEL F. : Bau der Samenschalen der cultivirten *Brassica*-Arten. — *Haberlandt's Mittheilungen*, Wien, 1875.

261. — VON HÖHNEL F. : Morphologische Untersuchungen

über die Samenschalen der Cucurbitaceen und einiger verwandten Familien. — *Sitzungsber der Wiener Akad.*, LXXIII.

262. — VON PORTHEIM : Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Achene und des Embryos der Compositen. I. *Senecio vulgaris* L. — *Lotos*, 1901, n° 5.

263. — VON SCHROFF C. : Lehrbuch der Pharmakognosie. — Wien, 1869, 2. Auflage.

264. — VON WAHL CARL : Vergleichende Untersuchungen über den anatomischen Bau der geflügelten Fruchte und Samen. — *Biblioth. bot.*, n° 40, 1897, 25 p.

265. — VON WETTSTEIN R. : Beobachtungen über den Bau und die Keimung des Samens von *Nelumbo nucifera* Gärtn. — *Z. bot. Gart.*, Wien, XXXVIII. Bd., 1888, pp. 41-48.

266. — WARMING : De l'ovule. — *Ann. des sc. nat. bot.*, t. V, 1878.

267. — WEBERBAUER AUGUST. : Beiträge zur anatomie der Kapselfruchte. — *Bot. Centralblatt*, 1898, LXXIII. Bd., p. 54.

268. — WEBERBAUER A. : Ueber die Frucht-Anatomie der Scrophulariaceen. — *Beihefte z. bot. Centralblatt*, X. Bd., 1901, H. 7.

269. — WESTERMAIER MAX : Berichtigung zu meiner Arbeit « Zur Physiologie und Morphologie der Angiospermen-Samenknospen ». — *Ber. d. Deutsch. bot. Ges.*, XIV. Bd., H. 1, 1896.

270. — WIEGAND K.-M. : The structure of the fruit in the Order Ranunculaceae. — *Proceed. of the American Microsc. Soc.*, 1891, pp. 69-100.

271. — WIEGAND KARL-M. : The taxonomic value of fruit characters in the genus *Galium*. — *Proc. Am. assoc. advanc. science*, XLVI, p. 272.

272. — WIESNER J. : Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, *2e édition*. — Leipzig, 1900.

273 — WILCZEK E. : Beiträge zur Kenntniss des Baues der Frucht und des Samens der Cyperaceen. — *Inaug. Diss.* ; Zürich, 1892.

274. — WINTON A.-L. : The Anatomy of the fruit of *Cocos nucifera.* — *American Journ. of sc*, vol. XII (1901), p. 265.

275. — WITTMACK L. : Gras- und Kleesamen. Kurze Anleitung zu ihrer Erkennung und Prüfung, nebst Angaben der Verwechslungen und Vereinigungen. — Berlin, 1873.

276. — ZOEBL A. : Beiträge zur Entwickelung des Gerstenkornes. — *Allgem. Zeitschr. f. Bierbrauerei und Malzfabrik*, 1889, Lex. 8°.

277. — ZOEBL A. : Der anatomischen Bau der Fruchtschale der Gerste, *Hordeum distichum* L. — *Verhandl. Naturf. Ver. Brünn*, XXVII Bd., pp. 1-26.

TABLE DES MATIÈRES

STRUCTURE ANATOMIQUE

DU

PÉRICARPE ET DU SPERMODERME

CHEZ LES

RENONCULACÉES

—

RECHERCHES COMPLÉMENTAIRES

PAR

Hyac. LONAY

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES
CHARGÉ DE COURS A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

(Extrait des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Liège*,
3e série, t. VII, 1907.)

AVANT-PROPOS

À la suite de la publication d'un précédent travail sur la structure des péricarpes et spermodermes des Renonculacées (1), je résolus de rassembler et d'étudier les matériaux se rapportant aux mêmes parties des quelques espèces rares ou critiques de cette famille de plantes que je n'avais pas eu l'occasion d'examiner dans ce premier mémoire. Évidemment, il en est encore quelques-unes qui manquent à l'appel. Néanmoins, j'ai cru ne pas devoir différer plus longtemps l'impression des notes que j'ai rassemblées, me réservant d'ailleurs d'y revenir quand les circonstances voudront bien s'y prêter.

Il m'a semblé convenable de conserver pour cet exposé une rédaction analogue à celle que j'avais employée dans le travail susmentionné, ce qui rendra plus facile la comparaison des caractères entre eux. Enfin, l'ordre dans lequel les espèces sont traitées correspond entièrement à celui qui fut adopté dans ce même travail.

---

(1) HYACINTHE LONAY, *Contribution à l'anatomie des Renonculacées. Structure des péricarpes et des spermodermes.* (MÉMOIRES DE LA SOC. ROY DES SCIENCES DE LIÉGE, 3e sér., t III [1900], et ARCHIVES DE L'INSTITUT BOTANIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE, vol. III.)

En raison, précisément, de la rareté de la plupart des matériaux qui ont passé par mes mains dans ces conjonctures, j'ai étendu quelque peu le champ de mes observations en dehors des limites où semblait devoir me confiner le titre sous lequel j'ai rassemblé ces notes : j'ai contrôlé, en ce qui les concerne, les données de la morphologie externe et de la taxonomie qui en est la conséquence, et j'ai été amené à formuler certaines propositions qui ne font d'ailleurs que confirmer l'opinion de botanistes éminents sur la place à assigner à plusieurs des espèces étudiées.

Liége, Institut botanique, octobre 1906.

STRUCTURE ANATOMIQUE

DU

PÉRICARPE ET DU SPERMODERME

CHEZ LES

RENONCULACÉES

—

RECHERCHES COMPLÉMENTAIRES

GENRE RANUNCULUS

R. AMPLEXICAULIS L.

J'ai eu l'occasion de signaler autrefois (1) la structure des parois de l'ovaire et du tégument de cette espèce au stade de la fleur épanouie. Je n'avais pu obtenir de fruits mûrs à cette époque; il me fut donc impossible de donner des renseignements sur l'anatomie de ces derniers Je puis actuellement combler cette lacune.

Péricarpe mûr.

Ep. e (2) à cellules larges tabulaires, à paroi externe très épaisse; stomates rares; pas de poils.

(1) *Loc. cit.*, p. 70.

(2) Pour la signification de ces abréviations, voir *op. cit.* pp. 12 et 17.

Tf. e. à une ou deux assises de cellules parenchymateuses.

Tf. m. à une assise de cellules non cristalligènes, plus ou moins sclérifiées par places.

Tf. i. présentant de cinq à huit assises de cellules fortement sclérifiées, dont l'ensemble forme des saillies vers l'extérieur (fig. 2 : coupe transversale d'un akène mûr; dessin d'ensemble).

Ep. i. à cellules sclérifiées, allongées tangentiellement.

Faisceaux : Ils sont au nombre de neuf : L *i' i i'* M *i' i i'* L, reliés les uns aux autres par quelques anastomoses (fig. 2).

Spermoderme mûr.

Le spermoderme est formé uniquement par le tégument (fig. 3 : coupe transversale dans le spermoderme mûr).

Tégument : *Ep. e. T.* à cellules tabulaires, larges, à paroi externe assez épaisse.

Tf. T. à quatre assises de cellules aplaties, à parois minces.

Ep. i. T. à cellules tabulaires présentant des épaississements frangés assez larges.

Albumen à cellules à parois épaisses, cellulosiques.

Remarque. — L'absence de cristaux dans le *Tf. m.* du péricarpe, l'existence d'assises distinctes pour ce *Tf. m.* et pour le *Tf. e.* du péricarpe, le nombre relativement élevé des assises cellulaires composant de *Tf. i.* ainsi que d'ailleurs l'ensemble des caractères fournis par le spermoderme concourent à placer le *R. amplexicaulis* dans le voisinage du *R. platanifolius*, ce qui corrobore les données de la morphologie externe de ces plantes. Toutefois l'espèce en cause se distingue de cette dernière par un caractère important : le nombre particulièrement grand des faisceaux qui parcourent le péricarpe. Entre les vingt-deux espèces que j'ai examinées autrefois, une seule, le *R. arvensis*, présente une vingtaine de faisceaux, deux en ont cinq (*R. nemorosus* et *R. Steveni*); les autres n'atteignent pas ce nombre et, parmi elles, le *R. platanifolius* en compte trois, ce qui est le cas le plus général.

R. HEDERACEUS L.

Au stade de la fleur épanouie, les parois de l'ovaire et l'ovule ont absolument les mêmes structures chez cette espèce et la suivante, que celles que j'ai déjà eu l'occasion de décrire pour les parties correspondantes du *R. divaricatus*. Je puis donc me borner à prier le lecteur de se reporter à ces descriptions ([1]) et à donner ici les caractères des spermodermes et des péricarpes mûrs de ces deux espèces.

Péricarpe mûr.

Ep. e. à cellules plus ou moins isodiamétriques, à paroi externe épaisse revêtue d'une cuticule mince, formant une assise se détachant facilement (fig. 1 : coupe transversale de l'akène).

Tf. e. à trois assises de cellules assez grandes, parenchymateuses, celles de l'assise externe au moins deux fois plus larges que les autres, laissant entre elles et l'*Ep. e.* des méats assez étendus dans le sens tangentiel.

Tf. m. à une assise de cellules petites, polygonales, à parois minces, sans méats, non cristalligènes.

Tf. i. à trois assises de cellules polygonales, allongées longitudinalement, à parois très épaisses, sclérifiées, abondamment ponctuées. Le *Tf. i.* forme une couche dont l'ensemble produit des ondulations vers l'extérieur.

Ep. i. à cellules sclérifiées, ponctuées, allongées tangentiellement.

Faisceaux au nombre de deux.

Spermoderme.

Le spermoderme est formé aux dépens du tégument et du nucelle.

([1]) *Loc. cit.*, pp. 70 et 73.

Tégument : *Ep. e. T.* à cellules tabulaires écrasées, à paroi externe légèrement épaissie.

Tf. T. à deux assises de cellules à parois minces, fortement écrasées.

Ep. i. T. à cellules tabulaires, presque isodiamétriques, à paroi interne pourvue d'épaississements frangés atteignant le tiers de la hauteur des cellules.

Nucelle : *Ep. N.* à cellules cubiques, à parois minces, écrasées.

Tf. N. écrasé formant une lame nacrée.

Albumen aleurique, à cellules ayant des parois plutôt minces.

Remarque. — Ces caractères rapprochent cette espèce du *R. divaricatus.* Elle en diffère surtout par la nature du *Tf. m.* du péricarpe et par le nombre d'assises du *Tf. i.* du même organe.

R. FLUITANS Lam.

Bien que les fruits que j'ai eu l'occasion d'observer ne fussent pas complètement mûrs, tous les tissus, sauf l'*Ep. i. T.*, étaient suffisamment différenciés pour en déduire les caractères suivants :

Péricarpe mûr.

Ep. e. à cellules allongées longitudinalement, à parois toutes minces.

Tf. e. à deux assises de cellules parenchymateuses.

Tf. m. formé d'une assise de cellules non cristalligènes.

Tf. i. à quatre assises de cellules sclérifiées.

Ep. i. à cellules sclérifiées allongées tangentiellement.

Faisceaux au nombre de deux.

Spermoderme mûr.

Ce spermoderme est entièrement semblable à celui du *R. divaricatus*, réserves faites quant aux caractères fournis par l'*Ep. i. T.*, dont les franges n'étaient pas encore visibles.

Ce n'est donc que par le nombre des assises cellulaires du *Tf. i.* du péricarpe que cette espèce diffère du *R. divaricatus*, où il était de deux.

GENRE TRAUTVETTERIA

T. PALMATA Fisch. et Mey.

Chaque carpelle renferme un seul ovule anatrope, unitégumenté, dressé et à raphé ventral (fig. 13 : coupe longitudinale d'un carpelle d'une fleur épanouie; dessin d'ensemble).

Péricarpe.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Cinq assises cellulaires dont chacune représente une des régions du péricarpe : *Ep. e.*, *Tf. e.*, *Tf. m.*, *Tf. i.*, *Ep. i.* Des stomates existent à l'*Ep. e.* (fig. 14 : coupe transversale de la paroi latérale d'un ovaire de fleur épanouie).

Structure du péricarpe à la maturité.

Le nombre des assises cellulaires n'a pas changé (fig. 17 : coupe transversale dans le péricarpe d'un akène mûr).

Ep. e. à cellules à peu près isodiamétriques, assez grandes; à paroi externe peu épaisse, les autres minces; vues de face par l'extérieur, elles présentent des contours sinueux; des stomates; pas de poils.

Tf homogène, formant un parenchyme méatique.

Ep. i. à cellules sclérifiées, allongées longitudinalement, à contours sinueux (fig. 18 : une cellule de l'*Ep. i.* vue de face).

Faisceaux : Cinq faisceaux libéroligneux entourés d'une gaine de cellules sclérifiées (fig. 16 : coupe transversale dans un akène mûr; dessin d'ensemble).

Bien que monosperme, le fruit est déhiscent.

Spermoderme.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

TÉGUMENT unique à six assises de cellules et formant un canal micropylien très long (fig. 15 : coupe longitudinale dans un ovule de fleur épanouie).

NUCELLE : *Ep. N.* double au sommet.

Tf. N. à un assise persistant au sommet. Sac embryonnaire assez grand.

Spermoderme de la graine mûre.

Le spermoderme est uniquement formé par le tégument (fig. 19 : coupe transversale du spermoderme mûr).

TÉGUMENT : *Ep. e. T.* à cellules isodiamétriques, assez grandes, affaisées, à paroi externe assez épaisse.

Tf. T. à cinq assises de cellules parenchymateuses, méatiques, dont les trois internes sont fortement écrasées et formées de cellules plus petites.

Ep. i. T. à cellules tabulaires, à paroi interne épaissie, sans franges.

ALBUMEN aleurique.

Bien que je ne me sois pas donné pour mission d'examiner la constitution des embryons, je ne puis me passer de profiter de la coupe représentée à la figure 16 pour faire remarquer que dans le *Trautvetteria* le plan des cotylédons ne coïncide pas avec le plan de symétrie de la graine; il fait souvent avec lui un angle de près de 30°. Une disposition analogue a été décrite chez les Calycanthées (1).

---

(1) O. LIGNIER, *La graine et le fruit des Calycanthées.* (BULL. DE LA SOC. LINN. DE NORMANDIE, 4e sér., vol. V, 1891.)

Note critique.

Tous ces caractères trahissent l'étroite affinité qui unit le genre *Trautvetteria* au genre *Oxygraphis* (1); l'analogie est aussi grande dans les péricarpes que dans les spermodermes de ces deux espèces. Dans les péricarpes, n'était l'existence de trois assises cellulaires au lieu de deux à *Tf.* et de cinq faisceaux au lieu de treize à quinze, les détails de structure sont identiques et, de plus, on a affaire, de part et d'autre, avec des fruits monospermes déhiscents. Dans les spermodermes, la constitution fondamentale est la même; les différences sont des plus secondaires et consistent pour le *Trautvetteria* en ce que le tégument comprend une assise de plus, l'*Ep. N.* est double au sommet au lieu d'être simple, le *Tf. N.* persiste en une assise au sommet de l'ovule adulte au lieu de se résorber, l'*Ep. e. T.* du spermoderme mûr est formé de cellules isodiamétriques et non tabulaires, toutes les assises du *Tf. T.*, au lieu d'une seule, sont persistantes, ce qui rend le spermoderme de *Trautvetteria palmata* plus épais que celui de l'*O. Cymbalariae.*

Si l'on se rapporte à ce qui se passe chez les espèces d'autres genres, du *Ranunculus* notamment, on reconnaîtra qu'il y a lieu de dire que ces différences sont tout au plus spécifiques.

Le *Trautvetteria palmata* est, parmi les Renonculacées, une de celles dont la place a été le plus sujette à controverses. Mise d'abord au nombre des *Cimicifuga* (2), elle fut incorporée, en même temps que toutes les espèces de ce genre, dans le genre *Actaea* par De Candolle (3). Fischer et Meyer (4) lui recon-

---

(1) Cf. H. Lonay, *loc. cit.*, p. 79.

(2) Michaux, *Flora boreali americana.* Paris, 1803, t. I, p. 316, et *Botanical Magazine*, pl. 1630.

(3) A.-P. De Candolle, *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis,* t. I, p. 64.

(4) Fischer et Meyer, *Animadversiones botanicae* (Ann. des Sciences nat. bot., 2e sér., t. IV, p. 333), et *Linnaea,* t. X, 1835. Littérat., p. 79.

nurent des caractères tels qu'ils en firent un genre à part sur la place duquel ils ne voulurent pas se prononcer catégoriquement, mais où ils trouvèrent une certaine analogie avec les *Ranunculus*. Enfin, Prantl ([1]) lui assigna la place qui lui revient, immédiatement après le genre *Oxygraphis*, en se demandant s'il ne conviendrait pas plutôt de l'y incorporer.

Certes, la stature de la plante, bien autrement développée que celle des *Oxygraphis*, ses fleurs en corymbes, sans pétales, à étamines longues et nombreuses la différencient nettement des *Oxygraphis* et lui donnent même une ressemblance extérieure avec les *Thalictrum*. Mais on rencontre souvent de ces différences entre diverses espèces d'autres genres, tels que *Ranunculus* et *Anemone*. Et l'étroite analogie des caractères fournis par les organes séminaux, péricarpes et spermodermes, chez l'*Oxygraphis* et le *Trautvetteria*, est de nature à confirmer le doute exprimé par Prantl au sujet de la valeur générique de cette dernière espèce.

GENRE CALLIANTHEMUM

C. **RUTIFOLIUM** C.-A. Mey.

Par suite de la pénurie des matériaux dont je disposais, j'ai dû m'adresser à deux espèces différentes pour étudier les organes séminaux à l'état adulte et à l'état de maturité. Le premier de ces stades a été observé dans la fleur épanouie du *C. kernerianum* Fryn., tandis que les akènes, peu avant leur maturité et ceux complètement mûrs, provenaient du *C. rutifolium* C. A. Mey.

Chaque carpelle ne possède qu'un seul ovule anatrope, bitégumenté, pendant et à raphé ventral; cet ovule est, en outre, accompagné d'ovules rudimentaires se présentant sous forme de

(1) Engler und Prantl, *Die nat. Pflanzenfamilien*, III. Teil, 2. Abt., p. 64.

mamelons peu développés (fig. 4 : coupe longitudinale d'un carpelle d'une fleur épanouie; dessin d'ensemble).

Péricarpe.

Structure de l'ovaire dans la fleur épanouie.

On y trouve environ neuf assises de cellules; des stomates à l'*Ep. e.;* pas de poils.

Structure du péricarpe à la maturité.

Quinze assises de cellules en moyenne (fig. 6 et 7 : coupe transversale dans le péricarpe peu de temps avant la maturité).

Ep. e. à cellules isodiamétriques, à parois externe et interne fortement épaissies; cuticule mince; des stomates; pas de poils (fig. 8 : *Ep. e.* du péricarpe vu de face).

Tf. comprenant trois régions :

- *Tf. e.* à environ sept assises de cellules parenchymateuses, vides et complètement écrasées à la maturité, mais avant cela, abondamment pourvues d'amidon;
- *Tf. m.* consistant en une assise de cellules en général plus petites, à parois minces;
- *Tf. i.* formant un sclérenchyme à cinq assises de cellules assez grandes, sans contenu, à parois épaisses.

Ep. i. à cellules sclérifiées, à parois épaisses, plus ou moins allongées tangentiellement.

Faisceaux en nombre pair, communément seize, reliés par des anastomoses obliques qui restent localisées dans le *Tf. m.* Le faisceau apposé au faisceau médian (M) du carpelle est très large. C'est lui qui fournit à l'ovule le faisceau du raphé (R) (fig. 9 : coupe transversale d'un akène peu de temps avant la maturité; dessin d'ensemble).

Spermoderme.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Les *Callianthemum* ou tout au moins le *C. kernerianum* présente au-dessus de l'ovule principal deux ou trois mamelons

surmontant la cavité ovarienne (fig. 4, *rud.*) auxquels doit être attribuée la valeur d'ovules arrêtés dès le début dans leur développement. Ces rudiments d'ovules sont bien moins marqués que chez les *Adonis* et à plus forte raison que chez les *Clematis* ([1]).

L'ovule principal présente l'organisation qui suit :

PRIMINE à six assises de cellules.

SECONDINE à deux assises cellulaires.

NUCELLE : *Ep. N.* triple au sommet en dessous duquel le *Tf. N.* est résorbé.

Spermoderme de la graine mûre.

Dans la graine extraite d'un akène sec, les tissus du spermoderme sont fortement écrasés et, à part l'*Ep. e. P.*, ils gonflent trop imparfaitement au moyen des réactifs pour faire réapparaître leur structure primitive (fig. 11 : coupe transversale du spermoderme mûr faite à sec et modérément traitée par la potasse à chaud) ([2]). Pour observer celle-ci, il faut disséquer une graine d'un akène fraîchement récolté.

Le spermoderme est formé aux dépens de la primine, de la secondine et du nucelle (fig. 10 : coupe transversale du spermoderme presque mûr).

PRIMINE : *Ep. e. P.* à cellules isodiamétriques, à paroi externe épaisse et bombée vers l'extérieur (fig. 10 et 11 et fig. 12 : *Ep. e. P.* d'une graine mûre, vu de face).

Tf. P. à sept assises de cellules grandes, parenchymateuses, les internes déjà écrasées.

Ep. i. P. à cellules à parois minces écrasées.

SECONDINE : *Ep. e. S.* à cellules semblables aux précédentes.

Ep. i. S. à cellules tabulaires, à paroi interne un peu épaissie, ne présentant pas de franges d'épaississement.

([1]) *Loc. cit.* Cf. fig. 257, pl. XVIII, et fig. 71, pl. VI.

([2]) C'est cette réaction qui a donné les moins mauvais résultats.

Nucelle : *Ep. N.* à cellules cubiques assez grandes, à parois minces.

Tf. N. à une ou deux assises persistantes de cellules à parois minces, écrasées.

Note critique.

On conviendra sans peine que tous ces caractères offrent une singulière ressemblance avec ceux des parties correspondantes des *Adonis* (1). La principale différence porte sur le sens dans lequel se fait l'anatropie de l'ovule. Les autres, tout à fait secondaires, consistent surtout, pour le *Callianthemum,* dans l'absence de poils à l'*Ep. e.* du péricarpe — encore celle-ci se constate-t-elle aussi chez l'*Adonis aestivalis* — ; dans l'*Ep. e. P.* coloré en brun et dont les cellules sont fortement bombées vers l'extérieur et enfin dans la persistance du *Tf. N.*

De ces faits, il résulte, semble-t-il, que ce genre doit être rangé à côté des *Adonis* dans ce que j'ai nommé la tribu des Thalictrées (2).

Y a-t-il lieu de s'arrêter au caractère énoncé par Prantl (3) de la manière suivante : « une graine se détachant latéralement de la suture ventrale »? Je pense que non. Pour cet auteur, ce caractère acquiert une énorme importance, puisque c'est là ce qui l'amène à jeter le genre *Callianthemum* au milieu de sa tribu des Helléborées, trop vaste à mon avis. Au surplus, il est tout aussi admissible pour une foule d'autres plantes que les akènes constituant leurs fruits ne sont que des fruits polyspermes et déhiscents arrêtés dans leur développement. Il suffit, pour s'en convaincre, de signaler non seulement pas mal d'autres Renonculacées, mais les Crucifères et les Papilionacées notamment, où l'on peut assister, en quelque sorte, à la réduction des siliques et des gousses à l'état d'akènes, chez les *Crambe,* les

(1) Cf. *loc. cit.,* p. 85.
(2) *Loc. cit.,* p. 128.
(3) Engler und Prantl, *Die nat. Pflanzenfamilien,* III. Teil, 2. Abt., p. 56.

Onobrychis, les *Trifolium*, etc., en passant par des genres à espèces oligospermes.

Quoi qu'il en soit, Prantl verse dans une profonde erreur ; car de même que nous l'avons signalé dans les genres *Ranunculus*, *Thalictrum* et *Clematis* ([1]), c'est en dessous du niveau où la suture ventrale se manifeste qu'est inséré l'ovule. Comme dans ces genres, il est attaché sur le bord ventral interne de l'espèce de cupule qui résulte de l'invagination du mamelon carpellaire, bord qui s'étend dans le sens horizontal. Qu'il soit inséré plus ou moins en dehors du plan dorso-ventral du carpelle, il n'y a pas à le contester ; mais cela n'implique nullement qu'il surgisse d'un des bords longitudinaux de la suture ventrale formée par le limbe carpellaire replié, comme semble l'admettre Prantl.

De son côté, Baillon ([2]) affirme que les carpelles de *Callianthemum* renferment primitivement deux ovules apparaissant côte à côte. J'ai vainement recherché le fait dans le *C. kernerianum* en suivant l'organogénie de ses carpelles, et n'ai retrouvé aucune trace de l'existence d'un second ovule *à côté* de l'ovule principal, trace qui eût dû être aperçue à coup sûr par la méthode des coupes successives que j'ai appliquée à mes observations sur l'akène presque mûr du *C. rutifolium*.

Il ne reste donc rien des raisons invoquées pour éloigner les *Callianthemum* des *Adonis*, et leur place se trouve à côté de ces derniers dans la tribu des Thalictrées. Cette manière de voir est d'ailleurs partagée par Baillon lui-même ([3]) et surtout par Bentham et Hooker ([4]), et plusieurs autres auteurs qui rangent ces genres à côté l'un de l'autre dans leurs *Genera* et *Species*. Mais, chose curieuse, c'est que De Candolle, tout en désignant le *C. rutifolium* comme une espèce du genre *Ranunculus* (*R. rutaefolius* L.), lui trouve une analogie avec les *Thalictrum*

([1]) H. Lonay, *loc. cit.*, pp. 11, 23 et 30.

([2]) H. Baillon, *Histoire des plantes*, t. I, p. 50.

([3]) Idem, *loc. cit.*

([4]) Bentham et Hooker, *Genera Plantarum*, 1862, t. I, p. 5.

quand il dit : *folia juniora lobis intus (ut in Thalictris) replicatis* (1). Cette circonstance ne peut que favoriser le rapprochement de cette espèce auprès des *Thalictrum.*

GENRE XANTHORRHIZA

X. APIIFOLIA L'Hér.

Nous n'entrerons pas dans de trop longs détails au sujet de l'organogénie du fruit si curieux de cette espèce. Il suffira de savoir qu'après la fécondation, les carpelles biovulés subissent dans la partie inférieure de leur région ventrale un accroissement relativement beaucoup plus considérable que dans les autres régions. Les ovules suspendus à la limite supérieure de cette zone d'accroissement sont de ce fait reportés tout au-dessus de la cavité ovarienne, tandis que le prolongement styliforme occupe à peu près le centre de la face dorsale du fruit.

On peut dire que chaque carpelle est biovulé, à ovules anatropes bitégumentés (fig. 20 : coupe longitudinale dans un carpelle de fleur épanouie; dessin d'ensemble); les fruits sont des follicules monospermes par suite de l'avortement de l'un des ovules (fig. 22 : coupe longitudinale dans un carpelle fécondé depuis quelque temps; dessin d'ensemble. On y voit la dégénérescence d'un des ovules).

Péricarpe.

Structure de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Une coupe transversale telle que celle de la figure 21 montre cinq assises de cellules; il n'y a ni stomates ni poils.

---

(1) A.-P. De Candolle, *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis,* 1824, t. I, p. 30.

Structure du péricarpe à la maturité.

Six assises de cellules (fig. 24 : coupe transversale dans le péricarpe peu avant la maturité).

Ep. e. à cellules un peu allongées longitudinalement, à contours rectilignes, à paroi externe épaisse. Des stomates et des poils courts, unicellulaires et pointus, assez rares, localisés dans la région située au-dessus du niveau de l'insertion du style.

Tf. à quatre assises de cellules parenchymateuses méatiques.

Ep. i. à cellules fibreuses très allongées longitudinalement (excepté dans la région située en dessous du style où elles le sont horizontalement), à parois toutes épaisses, sclérifiées (fig. 25 : une cellule de l'*Ep. i.* vue de face).

Faisceaux au nombre de trois : un médian (M) et deux latéraux (L) jamais reliés par des anastomoses (fig. 23 : coupe transversale dans le péricarpe peu avant la maturité ; dessin d'ensemble).

Spermoderme.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

A cause de la protérandrie très marquée qui existe dans les fleurs de *X. apiifolia,* ce stade comporte essentiellement deux périodes :

1° *Période de la puberté des étamines* à laquelle on peut donner comme étendue depuis l'épanouissement de la fleur jusqu'à la chute des étamines.

Pendant cette période, l'ovule est encore réduit à l'état de mamelon sans tégument, dans lequel on reconnait la cellule mère du sac embryonnaire (fig. 26 : coupe longitudinale d'un ovule pendant la première période de la fleur épanouie), et le prolongement styliforme du carpelle est recourbé en avant ;

2° *Période de la puberté des carpelles* pendant laquelle les styles se sont redressés et dont la fin est indéterminable, à moins

qu'on ne veuille admettre comme telle la chute des pétales et des sépales. Dès ce moment aussi commence le développement en hauteur de la partie inférieure de la région ventrale (fig. 22).

PRIMINE à quatre assises de cellules.

SECONDINE à deux assises.

NUCELLE : *Ep. N.* simple au sommet.

Tf. N. à plusieurs assises.

Spermoderme de la graine mûre.

Le spermoderme est formé aux dépens de la primine, de la secondine et du nucelle (fig. 27 : coupe transversale dans une graine peu avant la maturité, dessin d'ensemble; fig. 28 : détails de la coupe précédente; fig. 29 : coupe transversale du spermoderme mûr).

PRIMINE : *Ep. e. P.* à cellules assez hautes, un peu allongées longitudinalement, à paroi externe très épaisse, de même que le quart externe des parois latérales; cuticule très distincte; le reste des parois latérales et les parois internes minces (fig. 30 : portion de l'*Ep. e. P.* vu de face).

Tf. P. à deux assises parenchymateuses, écrasées.

Ep. i. P. à cellules à parois minces, écrasées.

SECONDINE : *Ep. e. S.* à cellules écrasées.

Ep. i. S. à cellules tabulaires, à paroi interne épaisse, pourvues de franges d'épaississement atteignant les deux tiers de la hauteur des cellules (fig. 31 : portion de l'*Ep. i. S.* vu de face).

NUCELLE : *Ep. N.* persistant, à cellules carrées, à parois minces.

ALBUMEN à contenu aleurique.

Note critique.

Les caractères anatomiques fournis par le péricarpe et surtout par le spermoderme font ressortir davantage les ressemblances dont Baillon [1] a signalé l'existence entre l'*Aquilegia* et

(1) H. BAILLON, *loc. cit.*, p. 6.

le *Xanthorrhiza*. Certes, à les prendre isolément, ils ne constitueraient pas un argument bien décisif en faveur de l'opinion de cet auteur. L'un des caractères les plus remarquables du *Xanthorrizha* consiste dans la direction longitudinale des fibres de l'*Ep. i.* du péricarpe. Ce fait ne se retrouve dans aucun des genres de la tribu des Helléborées dans le sens restreint que je lui ai assigné ailleurs (1). Cependant, cette anomalie n'est qu'apparente si l'on se rappelle que le sommet organique du fruit est rejeté sur le côté et est dominé par la région ventrale qui occupe l'extrémité distale du grand axe de l'organe. Il en résulte que les fibres de l'*Ep. i.* du péricarpe sont toujours dirigées transversalement par rapport à la suture ventrale, tout au moins dans sa partie la plus ancienne, qui est seule active, c'est-à-dire qui est seule capable de s'ouvrir par déhiscence.

Selon Leclercq du Sablon (2), celle-ci est provoquée, d'une manière générale, par la présence d'éléments allongés suivant le sens de l'ouverture du fruit et qui se trouvent le long des deux côtés du plan de déhiscence. Souvent, d'après cet auteur, ce sont les éléments des faisceaux libéroligneux latéraux (L) qui seuls concourent à cet effet. D'un autre côté, sans en conclure que l'épaississement des parois cellulaires soit une condition *sine qua non*, il affirme qu' « un tissu de fibres ou de cellules se contracte d'autant plus que les parois cellulaires sont plus épaisses (3) ». Or, dans le cas du *Xanthorrhiza*, les faisceaux qui courent le long de la suture ventrale ont des éléments peu nombreux, à peine différenciés et à parois minces. D'ailleurs j'ai toujours constaté que, dans tous les fruits déhiscents, il existait au moins une assise de cellules fibreuses à parois épaisses, allongées

(1) H. Lonay, *loc. cit.*, p. 129. Il y a lieu de faire observer qu'une erreur s'est glissée dans le texte à la page 97 de ce travail : chez le *Trollius*, les cellules de l'*Ep. i.* du péricarpe sont allongées tangentiellement et non longitudinalement. C'est ce qui ressort clairement d'ailleurs des explications données à la page 161 *ibid.*

(2) Leclercq du Sablon, *Recherche sur la déhiscence des fruits à péricarpe sec.* (Ann. des Sciences nat., Botanique, 6e sér., t, XVIII.)

(3) *Loc. cit* , p. 24.

transversalement ou du moins très obliquement par rapport au plan de la déhiscence, qui certainement ne doivent pas être étrangères à ce dernier phénomène.

Au surplus, comme objection topique à la thèse soutenue par Leclerq du Sablon, je pourrais invoquer le cas des fruits akénoïdes de plusieurs *Ranunculus*, où l'on constate la présence de couches puissantes de fibres longitudinales à parois épaisses, ainsi que des lignes de suture à la région ventrale, et qui restent parfaitement indéhiscents.

Le cas du fruit si curieux de *Xanthorrhiza* rentre donc dans la généralité. Seulement son organisation est telle qu'au lieu de s'ouvrir en long comme une follicule ordinaire, il s'ouvre à son sommet comme une capsule denticide, par exemple, ce qui a évidemment pour effet de ménager, pour une même fleur, une dissémination successive des graines qu'elle engendre en si petite quantité.

Quant au spermoderme, la nature de son *Ep. e. P.* fait rentrer la graine du *Xanthorrhiza* dans le groupe à graines lisses des Helléborées *s. s.* et, plus spécialement encore, met ce genre tout à côté des *Aquilegia*.

Par l'*Ep. i. S.*, le *Xanthorrhiza* se sépare nettement des genres *Actaea*, *Cimicifuga* et *Pœonia*, qui forment la tribu des Pœoniées, dans laquelle il fut longtemps classé (1).

Ces trois genres présentent, à cette assise, des cellules plus ou moins épaissies et munies généralement de ponctuations fusiformes allongées perpendiculairement au sens de l'aplatissement (2). Des *Ep. i. S.* munis de cellules frangées existent, au contraire, chez la plupart des Helléborées.

L'*Ep. N.* simple au sommet est encore un caractère commun au *Xanthorrhiza* et à l'*Aquilegia*, et n'existe pas chez la plupart des Pœoniées.

J'estime donc qu'il y a lieu de placer le genre *Xanthorrhiza* immédiatement avant l'*Aquilegia*.

---

(1) A.-P. De Candolle, *loc. cit*, p. 65.

(2) H. Lonay, *loc. cit.*, p. 115, et fig. 174, 175, 177 et 351.

GENRE COPTIS

COPTIS TRIFOLIA Salisb.

De ce genre, deux espèces ont fleuri au Jardin botanique de Liége. Ce sont le *C. trifolia* Salisb. et le *C. brachypetala* S. et Z.; mais seule la première a donné des fruits mûrs.

L'aire de dispersion de ces deux espèces est très différente : le *C. trifolia* se trouve répandu, suivant l'assertion de Prantl ([1]), dans le domaine arctique et subarctique (Russie moyenne, Japon, Amérique du Nord). Franchet ([2]) lui accorde une dispersion moins étendue; selon lui, le *C. trifolia* ne se trouverait qu'en Mandchourie et au Japon. Dans tous les cas, il semble acquis que ce soit l'espèce la plus répandue du genre. L'autre espèce n'est signalée par Franchet qu'au Japon.

Cet auteur serait assez porté à réunir en un seul genre les *Isopyrum* et les *Coptis*. Nous verrons si cette manière de voir, fondée sur l'organisation florale, se vérifie par l'examen comparatif de la structure du péricarpe et du spermoderme.

Les Coptis ont les carpelles multiovulés; les ovules anatropes bitégumentés, la graine albuminée à surface lisse.

Péricarpe.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Six assises (*C. brachypetala*) ou sept ou huit assises de cellules (*C. trifolia*).

Ep. e. à cellules à peu près isodiamétriques, à paroi externe épaisse. Des stomates; pas de poils.

Tf. à quatre (*C. brachypetala*) ou cinq ou six assises de cellules (*C. trifolia*) laissant entre elles de petits méats.

Ep. i. à cellules tabulaires très larges.

([1]) Engler und Prantl, *loc. cit.*, p. 58.

([2]) Franchet, *Isopyrum et Coptis, leur distribution géographique.* (Journal de Botanique, 1897.)

Structure du péricarpe à la maturité.

Le nombre des assises cellulaires n'a pas augmenté (fig. 33, *C. trifolia* : coupe transversale dans une follicule presque mûre).

Ep. e. à cellules un peu tabulaires, à contours sinueux quand on les voit de face (fig. 34 : *Ep. e.* vu de face), à paroi externe épaisse, les autres minces, contenant des sphéro-cristaux (fig. 35 : un sphéro-cristal isolé); des stomates; pas de poils.

Tf. à cinq ou six assises de cellules parenchymateuses, les internes plus écrasées que les externes.

Ep. i. à cellules allongées longitudinalement ou un peu obliquement, à parois épaisses, ponctuées, à contours assez sinueux quand on les voit de face (fig. 36 : *Ep. i.* vu de face).

Faisceaux : Trois (*C. trifolia*) ou cinq (*C. brachypetala;* fig. 32 : coupe transversale dans un ovaire de fleur épanouie, longitudinale dans l'ovule; dessin d'ensemble).

Spermoderme.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Primine à cinq (*C. trifolia;* fig. 37 : coupe longitudinale d'un ovule de fleur épanouie) ou six (*C. brachypetala*, fig. 32) assises cellulaires.

Secondine à deux (*C. trifolia*) ou trois assises (*C. brachypetala*).

Nucelle : *Ep. N.* double au sommet.

Tf. N. présentant au sommet deux assises de cellules (*C. trifolia*) ou résorbé (*C. brachypetala*).

Sac embryonnaire assez petit dans le *C. trifolia*, plus grand dans l'autre espèce.

Spermoderme de la graine mûre.

Le spermoderme procède de la différenciation de la primine, de la secondine et de quelques restes du nucelle (fig. 38 : coupe transversale dans le spermoderme à la maturité).

Primine : *Ep. e. P.* à cellules assez hautes et allongées longitudinalement, à paroi externe très épaisse, ainsi que la moitié externe des parois latérales, formant ainsi des épaississements en fer à cheval colorés en brun jaunâtre assez prononcé; le reste des parois latérales ainsi que les parois internes sont minces (fig. 39 : *Ep. e. P.* vu de face).

Tf. P. différencié en deux couches : 1° une assise hypodermique dont presque toutes les cellules ont des parois épaisses et ne sont pas écrasées; 2° cellules à parois minces, disposées en trois ou quatre assises de plus en plus écrasées vers l'intérieur.

Ep. i. P. à cellules à parois minces écrasées.

Secondine : *Ep. e. S.* à cellules écrasées.

Ep. i. S. à cellules tabulaires présentant, à la paroi interne, des franges d'épaississement jusqu'à mi-hauteur des cellules (fig. 40 : *Ep. i. S.* vu de face).

Nucelle à deux assises persistantes, écrasées.

Albumen à cellules à parois peu épaissies, à contenu aleurique.

Note critique.

De tous ces caractères, il résulte que le *Coptis* diffère beaucoup de l'*Isopyrum*. Tandis que, comme nous l'avons démontré autrefois ([1]), l'anatomie des organes séminaux de ce dernier genre tend à le rapprocher des *Delphinium*, le *Coptis* avec ses graines lisses et les diverses particularités de son spermoderme, ainsi qu'en raison de la structure de son péricarpe, se rapproche infiniment plus du groupe des Helléborées *s. s.* et plus particulièrement de l'*Aquilegia* par son *Ep. e. P.*, et du *Caltha* par son péricarpe et les autres parties du spermoderme. Sa place se trouve donc entre ces deux genres.

Ces conclusions sont donc un argument pour maintenir séparés les genres *Isopyrum* et *Coptis*.

([1]) H. Lonay, *loc. cit.*, p. 101.

GENRE ACTINOSPORA (?)

A. DAHURICA Turcz.

Carpelle multiovulé; ovule anatrope bitégumenté; graine albuminée.

Péricarpe.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Six assises de cellules (fig. 41 : coupe transversale dans un ovaire de fleur épanouie).

Ep. e. à cellules isodiamétriques à paroi externe un peu épaissie; poils de deux sortes : les uns courts et renflés en ampoule (fig. 41), les autres plus longs, plus ou moins cylindriques, recourbés (fig. 42 : un poil cylindrique recourbé de l'*Ep. e.*); des stomates.

Tf. constituant un parenchyme homogène, méatique.

Ep. i. à cellules un peu allongées tangentiellement, à parois externe et interne un peu épaissies.

Structure du péricarpe à la maturité.

Péricarpe parcheminé, le fruit étant une follicule.

Six ou sept assises de cellules (fig. 44 : coupe transversale du péricarpe mûr).

Ep. e. à cellules plus ou moins tabulaires, à paroi externe épaisse, à paroi interne un peu épaissie aussi, mais à parois latérales minces.

Tf. à quatre assises de cellules de forme irrégulière, à parois assez minces, laissant entre elles de larges méats, rappelant quelque peu le parenchyme spongieux des feuilles.

Ep. i. à cellules assez allongées dans le sens tangentiel, à parois fortement épaissies, les latérales montrant de nombreuses ponctuations.

Faisceaux au nombre de neuf, disposés comme suit :

L *i i' i'* M *i' i' i* L (fig. 43 : coupe transversale d'une follicule mûre; dessin d'ensemble). Tous les *i* et *i'* se terminent en se bifurquant au préalable et en se jetant dans les faisceaux voisins. Les *i* envoient en outre vers les L des anastomoses très allongées; les L et le M se terminent librement, celui-ci d'abord, les L un peu plus haut.

Spermoderme.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Primine à trois ou quatre assises de cellules (fig. 45 : coupe longitudinale d'un ovule de fleur épanouie).

Secondine à deux assises cellulaires.

Nucelle : *Ep. N.* simple au sommet.

Tf. N. résorbé au sommet.

Spermoderme de la graine mûre.

Spermoderme formé aux dépens de la primine, de la secondine et du nucelle (fig. 46 : coupe transversale d'une graine mûre ; dessin d'ensemble).

Primine (fig. 47 : coupe transversale de la primine de la graine mûre dans la région dorsale; fig. 48 : idem dans la région latérale ailée).

Ep. e. P. irrégulièrement palissadique; cellules d'inégale hauteur, quelques-unes parfois assez basses, à parois externe et latérales épaisses (fig. 47), d'autres très hautes, dont la base très large, en forme de selle, embrasse la moitié du contour d'une grande lacune qui s'est formée en dessous de chacune de ces cellules, aux dépens de méats situés entre les cellules de l'assise externe du *Tf. P.* et celles de l'*Ep. e. P.* (fig. 48). Ces hautes cellules sont disposées aux deux extrémités du plan diamétral de la graine perpendiculaire à celui qui passe par le faisceau du raphé. Elles s'étendent tout le long de la graine suivant ces deux lignes opposées et forment ainsi deux ailes dont l'action, s'ajou-

tant à celle des lacunes sous-jacentes pleines d'air, contribue à faire de ces graines de véritables aéroplanes minuscules, que le vent peut transporter très loin.

Tf. P. de deux à quatre assises de cellules parenchymateuses à grands méats.

Ep. i. P. à cellules tabulaires à parois un peu épaissies dans les régions ventrale et dorsale (fig. 47), minces dans les régions latérales (fig. 48).

SECONDINE (fig. 49 : coupe transversale de la secondine de la graine mûre) : *Ep. e. S.* à cellules tabulaires à parois un peu épaissies, plus plates et plus larges que celles de l'*Ep. i. P.* et fortement écrasées dans la graine mûre.

Ep. i. S. à cellules tabulaires moins écrasées, plus ou moins larges et moins plates que les précédentes et à parois latérales munies de ponctuations fusiformes allongées suivant le sens de la hauteur des cellules.

NUCELLE (fig. 50 : coupe transversale dans le nucelle et l'albumen de la graine mûre) : *Ep. N.* à cellules isodiamétriques, à parois minces et très sinueuses sur la coupe transversale, visible seulement après l'action prolongée des réactifs.

Tf. N. à une ou deux assises de cellules persistantes, à parois minces fortement écrasées.

ALBUMEN à cellules assez grandes, à contenu aleurique.

Note critique.

En comparant ce qui précède avec la description que nous avons faite ailleurs (¹) des organes similaires du *Cimicifuga racemosa* Ell., nous sommes obligé de conclure que l'*Actinospora dahurica* est simplement une espèce de *Cimicifuga*, et nous devons rejeter l'existence du genre *Actinospora*. Celui-ci fut créé en 1835 (²) pour des plantes ayant le port des *Actaea*, mais dont les caractères, fondés sur la conformation des fleurs et des fruits,

---

(¹) H LONAY, *loc. cit.*, p. 115.
(²) FISCHER et MEYER, *loc. cit.*

doivent, eux aussi, les faire considérer comme formant une espèce du genre *Cimicifuga*. Ce dernier, admis par Linné, fut incorporé par De Candolle (1) au genre *Actaea;* mais Bentham et Hooker (2) se rangèrent au parti de Linné et établirent trois sous-genres de *Cimicifuga : Macrotys*, *Pityrosperma* et *Actinospora*. Enfin Engler et Prantl (3) ont réintégré les *Cimicifuga* parmi les *Actaea*, où ils reconnaissent deux sous-genres : *Euactaea* et *Cimicifuga;* mais pour ce faire, ils ont démembré l'ancien genre *Cimicifuga*, en lui enlevant, pour le mettre au nombre des *Euactaea*, le *Cimicifuga racemosa* Ell. (*Botrophis actaeoides* Rafin), qui à lui seul formait le sous-genre *Macrotys* de Bentham et Hooker. J'ai peine à adopter la manière de voir d'Engler et Prantl pour ce dernier point; car je pense que le caractère fourni par la nature du fruit est, chez les Renonculacées en particulier, beaucoup plus constant et partant beaucoup plus important que celui de la corolle ou des staminodes qui est si variable. D'ailleurs, j'ai cru moi-même devoir maintenir, dans mon premier mémoire (4), le genre *Cimicifuga*.

---

(1) A.-P. De Candolle, *loc. cit.*, p. 64.
(2) Bentham et Hooker, *loc. cit.*
(3) Engler und Prantl, *loc. cit.*, p. 59.
(4) H. Lonay, *loc. cit.*, p. 115.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Les recherches qui précèdent ne font que me confirmer dans l'opinion que j'ai émise autrefois (1) sur l'importance du rôle de l'anatomie des péricarpes et spermodermes au point de vue de la systématique pure. Je puis même renforcer cette opinion en disant que, dans bien des circonstances où un doute s'élève quant à la place à assigner à tel ou tel genre dans le système, l'étude histologico-anatomique des organes précités décidera presque à coup sûr de la question : les cas du *Trautvetteria palmata* Fisch. et Mey. et surtout du *Callianthemum rutifolium* C.-A. Mey. en sont des exemples frappants.

Bien plus, et j'en ai déjà fait la remarque dans mes premières recherches, les affinités spécifiques se révèlent, on ne peut mieux, dans ce domaine d'investigations. Ce fait s'affirme surtout si, au moyen des tableaux dichotomiques que j'ai dressés à l'occasion de ces premières recherches (2), on se demande quelle place on doit assigner aux genres, puis aux espèces dont l'examen fait l'objet du présent travail. On verrait ainsi, de toute évidence, que le *Trautvetteria palmata* vient se fixer tout à côté de l'*Oxygraphis*, que le *Callianthemum* a sa place marquée tout près de l'*Adonis*, que le *Xanthorrhiza* et les *Coptis* doivent venir se ranger dans le voisinage des *Aquilegia* ou des *Caltha*, et que l'*Actinospora* ne fait qu'un avec les *Cimicifuga*.

---

(1) H. Lonay, *loc. cit.*, p. 132.
(2) Idem, p. 133.

Au point de vue des espèces, il ressort tout aussi clairement de l'étude qui précède que le *Ranunculus amplexicaulis* L. est très voisin du *R. platanifolius* L., et la comparaison entre les *R. divaricatus* Schrk., *R. fluitans* Lam. et *R. hederaceus* L. peut servir de pierre de touche pour la valeur à donner à l'examen anatomique des péricarpes et des spermodermes au point de vue de la distinction des espèces. En effet, ces trois espèces offrent entre elles beaucoup de ressemblances; mais les deux premières présentent incontestablement beaucoup plus d'affinité entre elles qu'avec le *R. hederaceus*, ce qui n'a rien d'étonnant puisqu'elles ont toutes deux été longtemps considérées comme de simples variétés du *R. aquatilis* L.

PLANCHES

ABRÉVIATIONS EMPLOYÉES DANS LES FIGURES.

ac.	Acropyle.
Alb.	Albumen.
Cot.	Cotylédon.
e.	Externe.
Ep.	Épiderme.
i.	Faisceau intermédiaire.
i.	Interne.
L.	Faisceau latéral.
m.	Moyen.
M.	Faisceau médian.
N.	Nucelle.
P.	Primine.
R.	Raphé.
rud.	Ovule rudimentaire.
S.	Secondine.
Sac.	Sac embryonnaire.
T.	Tégument.
Tf.	Tissu fondamental.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Ranunculus hederaceus L.

Fig. 1. — Coupe transversale du péricarpe, peu de temps avant la maturité de l'akène.

Ranunculus amplexicaulis L.

Fig. 2. — Coupe transversale pratiquée vers le milieu du péricarpe d'un akène mûr. Dessin d'ensemble.

Fig. 3. — Coupe transversale dans le spermoderme mûr après l'action de la potasse.

Callianthemum Kernerianum Fryn.

Fig. 4 — Coupe longitudinale d'un carpelle d'une fleur épanouie. Dessin d'ensemble.

Fig. 5. — Coupe transversale dans un carpelle de fleur épanouie. Dessin d'ensemble.

Callianthemum rutifolium C.-A. Mey.

Fig. 6. — Coupe transversale dans le péricarpe peu de temps avant la maturité. Région externe.

Fig. 7. — Même coupe. Région interne.

Fig. 8. — *Ep. e.* du péricarpe vu de face.

Fig. 9. — Coupe transversale d'un akène peu de temps avant la maturité. Dessin d'ensemble.

Fig. 10 — Coupe transversale du spermoderme presque mûr.

Fig. 11. — Coupe transversale du spermoderme mûr, faite à sec et modérément traitée par la potasse à chaud.

Fig. 12. — *Ep. e. P.* d'une graine mûre vu de face.

Trautvetteria palmata Fisch. et Mey.

Fig. 13. — Coupe longitudinale d'un carpelle d'une fleur épanouie. Dessin d'ensemble.

Fig. 14. — Coupe transversale de la paroi latérale d'un ovaire de fleur épanouie.

Fig. 15. — Coupe longitudinale dans un ovule de fleur épanouie.

Fig. 16. — Coupe transversale dans un akène mûr. Dessin d'ensemble.

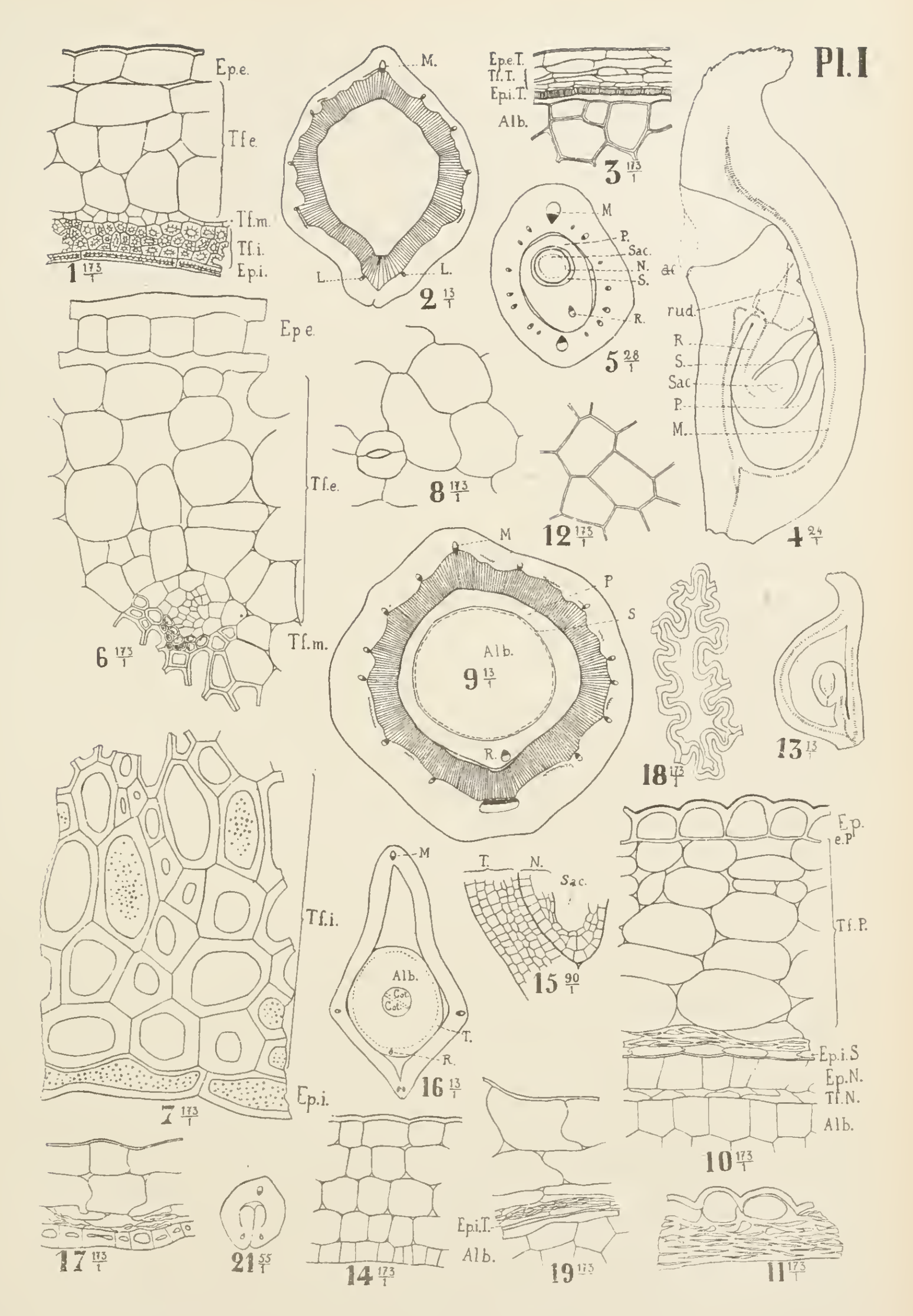
Fig. 17. — Coupe transversale dans le péricarpe mûr.

Fig. 18. — Une cellule de l'*Ep. i.* du péricarpe vue de face.

Fig. 19. — Coupe transversale du spermoderme mûr.

Xanthorrhiza apiifolia L'Hér.

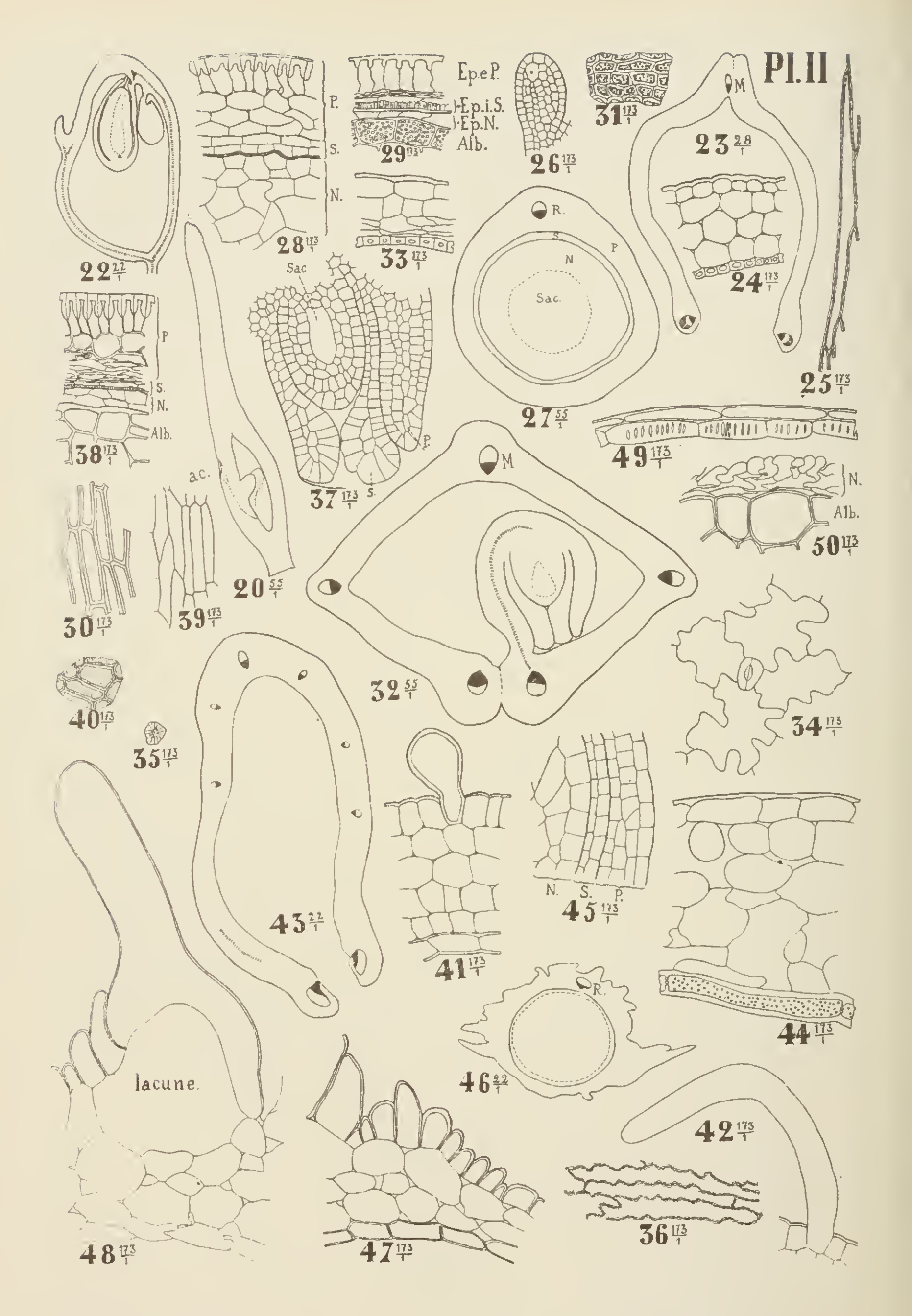
Fig. 21. — Coupe transversale dans un carpelle de fleur épanouie. Dessin d'ensemble.



Hyac. Lonay ad nat. del.

Lith. J.L. Goffart Bruxelles.

Genres : Ranunculus (1-3)
Callianthemum (4-12)
Trautvetteria (13-19)
Xanthorrhiza (21)



Hyac. Lonay ad nat. del.

Lith. J.L. Goffart Bruxelles.

Genres : Xanthorrhiza (20-31)
Coptis (32-40)
Actinospora (41-50)

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Xanthorrhiza apiifolia L'Hér.

Fig. 20. — Coupe longitudinale dans un carpelle de fleur épanouie. Dessin d'ensemble.
Fig. 21. — Voir planche I.
Fig. 22. — Coupe longitudinale dans un carpelle fécondé depuis quelques jours. Dessin d'ensemble.
Fig. 23. — Coupe transversale dans le péricarpe peu avant la maturité. Dessin d'ensemble.
Fig. 24. — Détails de la coupe précédente.
Fig. 25. — *Ep. i.* du péricarpe : une cellule vue de face.
Fig. 26. — Coupe longitudinale d'un ovule de fleur épanouie, pendant la première période.
Fig. 27 — Coupe transversale dans une graine peu avant la maturité. Dessin d'ensemble.
Fig. 28. — Détails de la coupe précédente.
Fig. 29. — Coupe transversale du spermoderme mûr.
Fig. 30. — *Ep. e. P.* vu de face.
Fig. 31. — *Ep. i. S.* vu de face.

Coptis brachypetala S. et Z.

Fig. 32. — Coupe transversale dans un ovaire de fleur épanouie, longitudinale dans l'ovule. Dessin d'ensemble.

Coptis trifolia Salisb.

Fig. 33. — Coupe transversale dans le péricarpe presque mûr.
Fig. 34. — *Ep. e.* du péricarpe vu de face.
Fig. 35. — Un sphéro-cristal extrait d'une cellule de l'*Ep. e.* du péricarpe.
Fig. 36. — *Ep. i.* du péricarpe vu de face.
Fig. 37. — Coupe longitudinale d'un ovule de fleur épanouie.
Fig. 38. — Coupe transversale dans le spermoderme d'une graine mûre.
Fig. 39. — *Ep. e. P.* vu de face.
Fig. 40. — *Ep. i. S* vu de face.

Actinospora dahurica Turcz.

Fig. 41. — Coupe transversale dans un ovaire de fleur épanouie.
Fig. 42. — Poil cylindrique recourbé de l'*Ep. e.* de l'ovaire.
Fig. 43. — Coupe transversale d'une follicule mûre. Dessin d'ensemble.
Fig. 44. — Détails de la coupe précédente.
Fig. 45. — Coupe longitudinale dans un ovule de fleur épanouie.
Fig. 46. — Coupe transversale d'une graine mûre. Dessin d'ensemble
Fig. 47. — Coupe transversale de la primine de la graine mûre dans la région dorsale.
Fig. 48. — Même coupe, région latérale.
Fig. 49. — Coupe transversale de la secondine de la graine mûre.
Fig. 50. — Coupe transversale du nucelle et de l'albumen de la graine mûre.

TABLE DES MATIÈRES

CONTRIBUTION

À

L'ANATOMIE DES AMARANTACÉES

PAR

A. GRAVIS
PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE.

Avec la collaboration de M[lle] Constantinesco
DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES

INTRODUCTION

La tige des Amarantes est généralement considérée comme anomale à cause du grand nombre et de la disposition de ses faisceaux. Nous nous sommes proposé de rechercher quel est le parcours de ces faisceaux, parce qu'il constitue, semble-t-il, un type non encore décrit.

Nous avons reconnu la présence de faisceaux foliaires, de faisceaux gemmaires et de faisceaux anastomotiques, ainsi que l'existence de massifs libéro-ligneux secondaires. Ces derniers, souvent désignés sous les noms de faisceaux secondaires ou surnuméraires, prennent naissance d'une façon très spéciale qui a été fort controversée. Nous avons saisi l'occasion qui nous était offerte de reprendre l'examen de ce sujet.

Notre travail sera donc divisé en deux parties : dans la première, nous nous occuperons du parcours des faisceaux en cherchant surtout à préciser la forme des traces foliaires et celle des traces gemmaires; dans la seconde, nous étudierons le mécanisme de l'accroissement diamétral secondaire résultant de la formation des massifs libéro-ligneux secondaires. Les questions relatives à l'histologie proprement dite n'ont pas fixé notre attention : elles n'offrent, dans le cas présent, aucun intérêt particulier.

Nous exposerons d'abord nos recherches, puis nous analyserons les travaux de nos devanciers et nous comparerons nos

résultats aux leurs. Nous terminerons par un résumé où les personnes qui ne désirent pas nous suivre dans le détail de notre étude trouveront l'énoncé concis de nos observations et de nos conclusions.

Les plantes qui ont fourni les matériaux de notre travail étaient dénommées *Amarantus flavus* L. Cette détermination nous paraissant erronée, nous avons analysé soigneusement nos exemplaires et nous avons cru pouvoir les rattacher à l'*Amarantus caudatus* L. var. *albiflorus*. Cette variété est désignée aussi sous les noms d'*Amarantus pendulinus* ou *A. pendulus* (1).

Pour plus de sûreté, nous avons soumis des spécimens de notre plante à M. le Dr H. Schinz, le réputé monographe des Amarantacées et des familles voisines. Ce botaniste a bien voulu nous faire savoir qu'il s'agit d'une forme de l'*Amarantus caudatus* L., mais que la détermination rigoureuse des Amarantes cultivées dans les jardins botaniques est rendue très difficile par le fait des croisements qui s'opèrent entre diverses espèces.

Nous adressons nos remerciments à M. le Dr H. Schinz pour les renseignements qu'il nous a transmis et qui nous permettent de considérer la plante que nous avons étudiée comme appartenant réellement à l'*Amarantus caudatus* L. Une détermination plus complète n'est pas nécessaire ici, attendu que nous envisageons notre sujet au point de vue de l'anatomie générale et non au point de vue de la diagnose anatomique des espèces.

---

(1) Moquin dans le *Prodrome* de de Candolle, Pars XIII, p. 255.

CONTRIBUTION

À

L'ANATOMIE DES AMARANTACÉES

CHAPITRE PREMIER

PARCOURS DES FAISCEAUX

§ I. — TYPE.

Pour étudier le type structural de l'Amarante, il nous a paru utile de rechercher d'abord quel est le parcours des faisceaux dans la région qui porte les plus grandes feuilles : nous avons choisi à cet effet les segments 8 à 13 d'une tige principale très vigoureuse, complètement développée, qui mesurait 1^m40 depuis l'insertion des cotylédons jusqu'au sommet de l'inflorescence (1). La divergence foliaire étant égale à $^2/_5$ de circonférence dans la région examinée, c'est donc un cycle phyllotaxique complet que nous avons minutieusement exploré au moyen de coupes transversales successives dans les nœuds et de coupes transversales échelonnées de distance en distance dans les entrenœuds. La figure 1 reproduit l'aspect extérieur de cette portion de tige qui mesurait 31 centimètres de longueur.

Le nœud ^{14} a fourni, en outre, une série de coupes longitudinales successives pratiquées parallèlement au plan de symétrie. Le nœud ^{15} enfin a été débité en coupes longitudinales succes-

(1) Par segment, nous entendons un nœud de la tige avec l'entre-nœud précédent.

sives faites perpendiculairement au plan de symétrie. Ces deux nœuds avaient une structure comparable à celle des six nœuds précédents.

Les coupes mesuraient généralement 15 millimètres de diamètre. Elles ont été dessinées, au moyen de l'appareil projecteur d'Edinger, sur des feuillets de papier transparent, afin de permettre la comparaison des croquis par superposition. Tous ces dessins ont été contrôlés en examinant les coupes de nouveau sous le microscope à grand champ de Nachet.

L'examen attentif de tous ces matériaux et leur comparaison avec ceux dont il sera question par la suite, nous ont permis de définir le type structural en le dégageant de tous les cas particuliers et accidents locaux.

Avant de commencer cette description, nous croyons qu'il ne sera pas inutile de préciser certains termes dont nous aurons à faire usage.

On peut envisager une tige quelconque comme formée par la décurrence des tissus constituant les feuilles et les rameaux. Dès lors, il est naturel de rechercher dans la tige les *traces foliaires* et les *traces gemmaires*, leur composition et leur agencement.

Par trace foliaire, il faut entendre l'ensemble des faisceaux qui proviennent d'une même feuille, en ne considérant que ceux qui n'ont encore subi aucune anastomose ; ces faisceaux restés libres sont dits *faisceaux foliaires* ([1]). Dans l'Amarante, chaque feuille donne à la tige un faisceau médian (M), deux faisceaux latéraux (L), deux faisceaux intermédiaires (i) et des faisceaux marginaux de divers ordres (m, m', m''....).

De même, par trace gemmaire, il faut entendre l'ensemble des faisceaux qui proviennent d'un même bourgeon ou rameau ; dans leur portion non encore anastomosée, ces faisceaux sont

---

([1]) Il est regrettable que quelques auteurs prennent comme synonymes les termes *trace foliaire* et *faisceau foliaire* : c'est établir une confusion fâcheuse entre le tout et la partie !

qualifiés de *faisceaux gemmaires* et indiqués par le symbole G. Les uns viennent de la région centrale du bourgeon, les autres de la périphérie : les premiers sont dits internes (G. *i*.), les seconds externes (G. *e*.).

Dans leur course descendante, les foliaires et les gemmaires rencontrent des faisceaux auxquels ils s'unissent en se confondant avec eux. Ces complexes sont désignés sous le nom de *faisceaux anastomotiques* et indiqués par le symbole A.

Dans l'Amarante, nous aurons à considérer encore les *massifs libéro-ligneux secondaires* qui apparaissent tardivement à la périphérie des parties les plus âgées de la tige (¹).

Dans toutes nos descriptions, nous suivrons le trajet des faisceaux de haut en bas ; nous commencerons donc au nœud ^{13} pour descendre jusque dans l'entre-nœud ^{8}.

I. — TRACE FOLIAIRE.

Le nombre des faisceaux contenus dans le pétiole de la feuille ^{13} est 25, comme l'indique la figure 2. A la base du pétiole, les trois faisceaux intermédiaires, situés de chaque côté du médian, s'unissent en un seul; de même les marginaux se réunissent pour ne constituer que trois faisceaux marginaux de chaque côté. Ces réunions sont indiquées par des accolades dans la figure 2.

Les 11 faisceaux ainsi constitués passeront dans la tige; ce sont les faisceaux :

$$m''m'm \text{ L } i \text{ M } i \text{ L } m\, m'm''.$$

Dans le nœud ^{13}, une coupe représentée par la figure 5 (²)

(¹) Pour plus de détails sur les catégories de faisceaux et l'historique de la question, voir A. Gravis, *Recherches anatomiques et physiologiques sur le Tradescantia virginica* (**8**, pp. 63 et 75), ainsi que l'*Anatomie comparée du Chlorophytum et du Tradescantia* (**9**, p. 15).

(²) Les niveaux correspondants aux coupes transversales sont indiqués dans le dessin d'ensemble de la figure 1.

montre la pénétration des faisceaux m' et m'' de chaque côté; une autre (fig. 7) permet de constater la pénétration des m L i M i L m.

Au milieu de l'entre-nœud ^{13} (fig. 8), la trace foliaire est complète puisqu'elle se compose encore des 11 faisceaux

$$m''m'm \, \mathrm{L} \, i \, \mathrm{M} \, i \, \mathrm{L} \, m \, m'm''.$$

Ces faisceaux sont disposés en zigzag, les plus gros (L M L) étant les plus rapprochés du centre de la tige, les autres étant d'autant plus éloignés qu'ils sont plus petits. Cette disposition est caractéristique.

Un peu au-dessous de ce niveau, les faisceaux m'' se jettent sur les faisceaux les plus voisins. Il en est de même des m' vers le milieu de l'entre-nœud ^{12} (fig. 9); la trace foliaire, dès lors incomplète, ne comprend que les 7 faisceaux :

$$m \, \mathrm{L} \, i \, \mathrm{M} \, i \, \mathrm{L} \, m.$$

Dans l'étendue de l'entre-nœud ^{10}, les faisceaux m et L s'unissent aux faisceaux anastomotiques les plus proches. Vers le milieu de l'entre-nœud ^{10} (fig. 10), ces réunions sont déjà faites, sauf celle du faisceau latéral gauche qui est sur le point de s'accomplir.

Les foliaires i M i se retrouvent dans l'entre-nœud ^{9} (fig. 11); ils continuent à descendre dans la tige jusque sous le nœud ^{8} : là, ils s'anastomosent à leur tour (fig. 12). La trace foliaire du nœud ^{13} a donc complètement disparu : elle a fait place à la trace foliaire du nœud ^{8}, laquelle ne comprend que 9 faisceaux.

Vu le grand nombre des faisceaux et leur disposition à des distances très inégales du centre de la tige, il n'est guère possible de représenter le parcours comme on le fait généralement en supposant la tige déployée dans un plan. Nous avons cependant essayé de donner trois représentations partielles.

Dans la première représentation (fig. 13), tous les faisceaux composant la trace foliaire et la trace gemmaire du nœud ^{13}, ainsi que les faisceaux anastomotiques voisins, sont ramenés dans un plan tangent à la tige; ils ont été espacés de façon à ne pas

se confondre dans la figure. Le parcours est vu de face : il comprend six segments superposés (segments 8 à 13), mais il ne correspond qu'à l'un des cinq secteurs qui composent la tige.

La deuxième représentation (fig. 14) indique, dans le plan radial, le trajet des faisceaux de la moitié droite des mêmes traces foliaire et gemmaire. Le parcours est donc vu de profil, de façon à mettre en évidence le déplacement des faisceaux dans le sens du rayon de la tige. Les faisceaux représentés dans la figure 14 correspondent à ceux que l'on voit dans la portion de coupe transversale dessinée sous la figure. Ce demi-secteur équivaut à la dixième partie de la tige.

Dans les figures 13 et 14, les faisceaux foliaires sont indiqués par des traits fins, les gemmaires par des traits interrompus, les anastomotiques par de gros traits. A l'inspection de ces deux figures, on reconnaît que les divers faisceaux foliaires effectuent dans la tige un trajet de longueur différente. Partant du nœud ^{13}, on constate que les m'' parcourent la longueur d'un demi-entre-nœud environ ; que les m' parcourent presque deux entre-nœuds; que les m et L descendent la longueur de trois à quatre entre-nœuds; que les i et M ne s'anastomosent qu'après avoir parcouru librement cinq entre-nœuds.

La troisième représentation du parcours (fig. 15) est une sorte de projection schématique, sur un plan horizontal, des faisceaux de la trace foliaire (pointillés), des faisceaux de la trace gemmaire (hachurés) et des faisceaux anastomotiques voisins (laissés en blanc). Les flèches indiquent comment les foliaires et les gemmaires se terminent en s'unissant aux anastomotiques. Les faisceaux dont le contour est indiqué par quelques points appartiennent à d'autres traces foliaires et gemmaires.

L'étude qui a été faite des segments 8 à 13, reproduits par la figure 1, nous a permis de suivre dans toute leur longueur non seulement le trajet des faisceaux provenant de la feuille ^{13}, mais encore celui des faisceaux provenant des feuilles ^{12}, ^{11}, ^{10}, ^{9} et ^{8}. Nous pouvons donc noter exactement tous les faisceaux rencontrés au milieu de l'entre-nœud 9 (fig. 11). Cette coupe, vague-

ment pentagonale, montre nettement cinq traces foliaires séparées par cinq groupes de faisceaux anastomotiques rayonnants; le tout entouré d'une couronne de petits faisceaux dont il sera fait mention ultérieurement.

On remarquera d'abord deux traces foliaires complètes comprenant les 9 faisceaux $m'm$ L i M i L m m' et correspondant aux feuilles 9 et 10 (lesquelles n'envoient pas de faisceaux m'' dans la tige); ensuite une trace foliaire incomplète formée des faisceaux L i M i L et correspondant à la feuille ^{11}; enfin deux traces foliaires très incomplètes, constituées seulement par les trois faisceaux i M i des feuilles ^{12} et ^{13}.

Nous trouvons donc côte à côte, dans cette coupe, les trois états dans lesquels se présente une même trace foliaire lorsqu'elle est suivie dans son trajet descendant.

Les cinq traces foliaires d'un entre-nœud sont séparées par cinq groupes de faisceaux anastomotiques dont la disposition rayonnante est plus ou moins régulière. Dans chacun de ces groupes, les plus gros faisceaux sont les plus rapprochés du centre, les plus petits les plus éloignés.

Les faisceaux d'une trace foliaire ne se placent jamais entre les faisceaux d'une autre trace foliaire; ils ne s'interposent même pas aux faisceaux anastomotiques, comme on le constate dans un grand nombre de plantes. Dans l'Amarante, la tige est donc constituée par des secteurs bien distincts, au nombre de cinq dans la région type envisagée ici.

Nous avons constaté que la disposition des faisceaux foliaires est invariable dans tous les segments; aussi avec un peu d'expérience peut-on toujours les reconnaître et les déterminer exactement. La place où ils se terminent en s'anastomosant ne présente pas la même constance. En conséquence, nous ne chercherons pas à préciser le mode de terminaison des foliaires dans chaque cas particulier. Nous nous bornerons à formuler ceci : les faisceaux médians et les faisceaux latéraux se terminent en se jetant sur l'un des gros faisceaux anastomotiques les plus rapprochés du centre de la tige; les faisceaux marginaux se fusionnent aux faisceaux anastomotiques situés d'autant plus loin du centre qu'ils

sont eux-mêmes plus petits; le lieu d'anastomose des faisceaux intermédiaires est plus variable.

Habituellement les foliaires s'unissent aux anastomotiques situés du même côté qu'eux par rapport au plan de symétrie de la feuille. Cependant les foliaires latéraux et les foliaires intermédiaires du côté droit peuvent être rejetés contre les anastomotiques du côté gauche. Le contraire peut aussi s'observer. Ces faits semblent en rapport avec le sens de la spire phyllotaxique et l'augmentation du nombre des faisceaux dans les segments consécutifs ([1]).

Outre les 29 faisceaux foliaires et les 26 faisceaux anastomotiques dont nous venons de parler, la coupe représentée par la figure 11 contient 65 faisceaux gemmaires (indiqués par des hachures) et 160 massifs libéro-ligneux secondaires (indiqués en noir). Nous aurons à nous occuper de ces faisceaux gemmaires et de ces massifs libéro-ligneux secondaires dans la suite de notre travail.

II. — TRACE GEMMAIRE.

Le bourgeon situé dans l'aisselle de la feuille [13] s'est développé en un rameau long de 35 centimètres, dont le diamètre mesure 4 à 5 millimètres à la base. Ce rameau possède une structure assez semblable à celle de la tige principale : il renferme des faisceaux foliaires, des anastomotiques et une couronne de petits faisceaux périphériques. Tous ces faisceaux du rameau pénètrent dans la tige mère : c'est leur trajet descendant que nous allons suivre.

La section transversale représentée partiellement par la figure 3 a été pratiquée un peu au-dessus du nœud [13]. La section pratiquée quelques millimètres plus bas (fig. 4) a rencontré l'insertion du rameau : les faisceaux gemmaires, c'est-à-dire les

(1) Ces résultats sont conformes à ceux obtenus dans le Tradescantia (**8**, pp. 83 et 84) et le Chlorophytum. Ils confirment également les vues émises par M. O. Lignier (**12**, **13** et **14**). Il est donc acquis que l'étude des faisceaux foliaires est beaucoup plus importante que celle des faisceaux anastomotiques.

faisceaux provenant du rameau, y sont représentés couverts de hachures. On peut distinguer des gemmaires internes (G. *i.*) et des gemmaires externes (G. *e.*). On les retrouve dans la figure 5, dans laquelle on voit les gemmaires externes se disposer côte à côte et les gemmaires internes s'enfoncer dans la tige.

Au niveau de la rentrée des principaux faisceaux de la feuille ^{13} (fig. 7), les gemmaires externes (G. *e.*) sont interposés aux foliaires, tandis que les gemmaires internes (G. *i.*) se sont disposés parallèlement aux faisceaux anastomotiques (A) de la tige mère.

Dès le milieu de l'entre-nœud ^{13} (fig. 8), les G. *e.* se sont éparpillés à la phériphérie de la tige mère, et les G. *i.* ont été presque entièrement absorbés par les anastomotiques.

Plus bas (fig. 9 et 10), la trace gemmaire n'est plus représentée que par les petits faisceaux externes disposés en cercle à la périphérie. Ces petits faisceaux descendent parallèlement le long de cinq entre-nœuds, puis, refoulés vers l'intérieur, ils sont reçus par les anastomotiques dans la moitié supérieure du nœud ^{8}.

En résumé, la trace foliaire et la trace gemmaire correspondante sont absorbées par les faisceaux anastomotiques qui encadrent ces deux traces : la première s'observe partiellement au moins dans toute l'étendue de cinq entre-nœuds, tandis que la seconde disparait presque entièrement dans l'entre-nœud situé sous le nœud considéré. Seuls, les gemmaires externes persistent dans la tige mère pour y former la couronne de faisceaux périphériques.

Le parcours des faisceaux gemmaires est nettement reconnaissable dans nos figures 13 et 14 : les faisceaux descendant du rameau y sont indiqués en traits interrompus. Partant du nœud ^{13}, on voit les gemmaires internes parcourir dans la tige la longueur d'un entre-nœud, puis se jeter sur les anastomotiques. Les gemmaires externes, au contraire, descendent la longueur de cinq entre-nœuds, puis, s'unissant à leur tour à des anastomotiques, ils laissent la place libre aux gemmaires externes du nœud ^{8}.

La réalité de cette disposition est mise hors de doute par le contrôle résultant de l'examen d'une série de coupes successives

pratiquées longitudinalement dans le nœud 14, parallèlement au plan de symétrie de ce segment (fig. 16). Une seule coupe ne peut évidemment fournir un tracé aussi complet que celui de notre figure 16 : celle-ci a été obtenue par la superposition de trois dessins fournis par trois sections successives. Cette méthode permet de suivre un certain nombre de faisceaux en complétant un croquis par le suivant. Toutefois, elle n'est réellement démonstrative que quand elle vient corroborer l'étude attentive d'une série de coupes transversales successives dans une région comparable (série des figures 3 à 12).

Dans la figure 15 enfin, les faisceaux gemmaires sont désignés par des hachures ; les flèches montrent où se termineront ces faisceaux en s'unissant aux faisceaux anastomotiques laissés en blanc.

§ II. — VARIATIONS DU TYPE DANS L'ÉTENDUE DE LA TIGE.

La variation de la structure dans les diverses régions d'une même tige (indépendamment de la différence d'âge de ces régions) est un fait bien établi, mais trop négligé encore (1). On ne peut cependant se faire une idée suffisamment complète de l'organisation d'une plante, qu'en étudiant toutes ses parties : c'est à ce prix qu'il est possible de définir le type structural qui pourra ultérieurement être comparé à d'autres types structuraux établis de la même manière.

Distinguons d'abord les régions reconnaissables extérieurement dans la tige de l'amarante étudiée.

Caractères extérieurs.

Notre Amarante est une plante annuelle à croissance rapide.

---

(1) L'*Urtica dioïca* et le *Tradescantia virginica*, étudiés à ce point de vue, peuvent servir d'exemples bien démonstratifs.

Sa tige principale, qui dans les forts exemplaires atteint $1^{m}70$ de longueur, comprend toujours deux régions bien distinctes : l'une végétative, l'autre florifère.

La région végétative de la tige principale est verticale et compte habituellement 24 ou 25 segments. Chacun de ceux-ci porte une feuille pétiolée et un bourgeon axillaire. La taille des feuilles va en augmentant de la feuille ^{1} jusqu'à la feuille ^{14} ou ^{15}, puis elle décroît un peu jusqu'à la dernière. Le développement des bourgeons axillaires suit les mêmes fluctuations : les bourgeons des six premiers nœuds donnent naissance à quelques feuilles très chétives; à partir du nœud ^{7} ou ^{8}, le rameau s'allonge un peu, porte quelques feuilles et se termine par une inflorescence atrophiée; dès le nœud ^{10} ou ^{11}, le développement est plus accentué : il atteint son maximum au nœud ^{14} ou ^{15}, où le rameau peut mesurer 40 centimètres de longueur, porter une dizaine de feuilles et se terminer en une inflorescence ; du nœud ^{15} ou ^{16} jusqu'au nœud ^{24} ou ^{25}, le rameau est de moins en moins long, ses feuilles de moins en moins nombreuses; il se réduit finalement à la partie florifère (fig. 6).

La région supérieure de la tige principale est recourbée et retombante; elle constitue l'axe d'une grande inflorescence terminale qui peut atteindre 40 centimètres de longueur. Elle comprend une centaine au moins de segments portant chacun une bractée et une ramification axillaire. La première bractée, très aiguë, ne mesure que 8 millimètres de longueur (fig. 38). Elle contraste singulièrement avec la feuille précédente qui se compose d'un pétiole assez long et d'un limbe large ordinairement de 4 à 5 centimètres. Les bractées suivantes sont de plus en plus petites (fig. 39).

Les bourgeons situés dans l'aisselle des premières bractées donnent naissance à des rameaux florifères; les autres se développent en petites cymes compactes, qui ne sont pas représentées dans la figure 6 à cause de leur taille trop exiguë.

Tous les appendices de la tige principale (feuilles et bractées) sont rangés suivant une seule et même spire (fig. 17) qui est dextre dans certains individus, sénestre dans les autres. Parmi

100 tiges principales prises au hasard, nous avons compté 49 dextres et 51 sénestres (¹).

L'angle phyllotaxique, qui mesure presque une demi-circonférence entre les feuilles 1 et 2, se réduit à $^2/_5$ dans la portion moyenne et à $^3/_8$ dans la portion supérieure de la tige principale.

Une même tige a été explorée dans toute son étendue. Une entaille bien droite, pratiquée dans toute la longueur de cette tige, a servi de repère pour l'orientation des coupes. Les parties les plus jeunes ont été soumises à l'inclusion dans la celloïdine et débitées au microtome; les autres ont été sectionnées à la main. Il a été fait usage de l'agar-agar pour fixer les coupes aux lames de verre (A. Gravis, **7**); l'éclaircissement a été obtenu par l'eau de Javelle et la coloration par l'hématoxyline après neutralisation par le bicarbonate de potasse (²).

En décrivant l'organisation de l'hypocotyle, de la région végétative et de l'axe de l'inflorescence de cette tige, nous aurons l'occasion de faire connaître dans quelles limites varie le type structural décrit précédemment. Nous ne parlerons pas de portions de tiges prélevées dans d'autres plantes dont l'étude a servi à compléter et à contrôler les résultats obtenus.

A. — HYPOCOTYLE.

L'hypocotyle et ses appendices (cotylédons) constituent une région distincte qui mérite un examen particulier. Bien qu'il soit possible de retrouver l'hypocotyle au bas de la tige principale

---

(¹) Cette constatation est à rapprocher d'autres analogues qui ont été faites à propos du *Tradescantia virginica* (**8**, p. 60).

(²) Cette partie de notre travail est plus particulièrement l'œuvre de Mlle A. Constantinesco, qui a fait de nombreuses séries de coupes successives et exécuté à la chambre claire les dessins nécessaires pour établir le parcours des faisceaux dans toute l'étendue d'une même tige. Je me plais à reconnaître son habileté et sa persévérance; je tiens aussi à la remercier bien vivement de son utile collaboration. A. G.

lorsque la plante est adulte, il est préférable de l'étudier dans de jeunes plantules. Celles dont nous nous sommes servi montraient, outre les deux cotylédons, les quatre premières feuilles étalées et les deux suivantes en voie d'épanouissement (fig. 18).

Les figures 19 à 24 reproduisent quelques coupes choisies dans une série obtenue au microtome. La figure 20 correspond au niveau de l'insertion des cotylédons : *Cot. a.* désigne les deux faisceaux provenant du cotylédon antérieur; *Cot. p.*, les deux faisceaux venant du cotylédon postérieur; G. les faisceaux gemmaires cotylédonaires; A. les quatre faisceaux anastomotiques; (L M L)^1 la trace foliaire du premier nœud; (L M L)^2 celle du deuxième; enfin il y a une couronne de petits faisceaux périphériques non encore différenciés.

Dans une coupe faite un peu au-dessous de la précédente (fig. 21), on voit les foliaires latéraux des nœuds ^{1} et ^{2} s'unir aux anastomotiques. Au milieu de l'hypocotyle (fig. 22), les faisceaux A se sont rapprochés deux à deux et ont absorbé les foliaires médians. Dans la figure suivante (fig. 23), les faisceaux cotylédonaires se sont unis aux deux anastomotiques. Enfin, au niveau de la racine principale (fig. 24), on aperçoit la lame ligneuse du faisceau bipolaire flanquée, à droite et à gauche, d'un massif libéro-ligneux secondaire, prolongement inférieur des deux faisceaux anastomotiques constatés au niveau précédent. Cette même coupe contient d'autres massifs libéro-ligneux secondaires, prolongements inférieurs des faisceaux périphériques de l'hypocotyle.

En résumé, l'hypocotyle contient deux traces cotylédonaires et deux traces foliaires séparées par quatre anastomotiques, le tout entouré d'une couronne de faisceaux périphériques (nous négligeons les faisceaux gemmaires cotylédonaires très peu développés). Les traces cotylédonaires sont réduites, l'une et l'autre, à deux faisceaux latéraux sans faisceau médian.

On consultera utilement la figure 25, qui exprime le parcours des principaux faisceaux d'une plantule. Elle montre d'une façon synoptique ce que la série des coupes transversales (fig. 19 à 24) nous a appris.

B. — PORTION VÉGÉTATIVE DE LA TIGE.

Abstraction faite des changements résultant de l'âge des organes, deux facteurs régissent les modifications que présente la structure de la tige considérée dans toute son étendue : ce sont les variations de l'angle de divergence des feuilles et les variations du nombre des faisceaux foliaires dans les divers segments. Considérons ces deux facteurs successivement.

La disposition phyllotaxique des quatre premières feuilles semble indiquer deux paires de feuilles qui auraient été déplacées de façon à se ranger le long d'une seule spire : les angles de divergence sont successivement un peu plus petit que $^1/_2$, plus grand que $^1/_4$, et plus petit que $^1/_2$ (voir fig. 17). Du segment ^{5} au segment ^{21}, l'angle de divergence est égal à $^2/_5$ de circonférence. A partir du segment ^{21}, l'angle est réduit à $^3/_8$ (fig. 17).

Le nombre des faisceaux qui passent de la feuille dans la tige augmente du segment ^{1} aux segments de la portion moyenne, puis il va en diminuant. Dans la tige qui nous sert d'exemple, nous avons constaté :

La feuille ^{1} donne à la tige 3 faisceaux . . .	L M L
La feuille ^{2} en donne 5	L *i* M *i* L
Les feuilles ^{3} et ^{4} en donnent 7.	*m* L *i* M *i* L *m*
Les feuilles ^{5} à ^{12} en donnent 9.	*m'm* L *i* M *i* L *m m'*
Les feuilles ^{13} à ^{15} en donnent 11 . . .	*m''m'm* L *i* M *i* L *m m'm''*
Les feuilles ^{16} à ^{21} en donnent 9	*m'm* L *i* M *i* L *m m'*
Les feuilles ^{22} à ^{24} en donnent 7	*m* L *i* M *i* L *m*

La feuille ^{1} est la plus petite, la feuille ^{15} la plus grande ; la feuille ^{24} est la dernière avant les bractées de l'inflorescence.

Nous avons figuré la coupe transversale du pétiole d'un cotylédon (fig. 26), ainsi que celle du pétiole des feuilles ^{1}, ^{3}, ^{5}, ^{13} et ^{20} (fig. 27, 28, 29, 33 et 34); ces coupes ont toutes été pratiquées à la base de l'organe. En les comparant, il faudra tenir

compte de ce que le grossissement des deux dernières est moindre que celui des autres ([1]).

Le nombre des faisceaux qui passent d'une feuille dans la tige n'est pas toujours égal au nombre de faisceaux visibles dans la coupe faite à la base du pétiole, parce que certains faisceaux s'unissent avant de pénétrer dans la tige. Dans les figures 27, 33 et 34, les accolades indiquent les faisceaux qui se confondent en un seul pour entrer dans la tige.

Traces foliaires.

La section transversale au milieu de l'entre-nœud montre quatre traces foliaires séparées par quatre séries de faisceaux anastomotiques (fig. 30). Les traces foliaires ^{1} et ^{2} sont complètes : la première comprend trois faisceaux, la seconde cinq. Les traces foliaires ^{3} et ^{4} ne se composent ici que des faisceaux *i* M *i*.

C'est dans l'entre-nœud ^{3} (fig. 31) qu'apparaît une cinquième trace foliaire; celle-ci est réduite, à ce niveau, au seul faisceau M^7. Un coup d'œil jeté sur la figure 25 fera immédiatement saisir les relations existant entre les traces foliaires et les faisceaux anastomotiques. Cette figure représente le parcours des principaux faisceaux dans l'hypocotyle et les premiers segments caulinaires de la plantule mentionnée au paragraphe précédent. Elle ne reproduit toutefois que les faisceaux les plus profonds; les autres, échelonnés vers l'extérieur, n'ont pu trouver place dans ce dessin.

Dès l'entre-nœud ^{5}, les feuilles étant disposées à $^2/_5$ de circonférence les unes des autres et donnant à la tige chacune 9 faisceaux, on trouve la structure représentée par la figure 32 : cinq traces foliaires, dont une complète

$$(m'm \, L \, i \, M \, i \, L \, m \, m')^5,$$

([1]) M. L. Petit (**19**, p. 24 et pl. II, fig. 37) a décrit et figuré la coupe faite au sommet du pétiole de l'*Amarantus caudatus.* Cette différence de niveau explique la différence d'aspect qu'on reconnaîtra en rapprochant son dessin des nôtres.

une presque complète

$$(m\,L\,i\,M\,i\,L\,m)^6,$$

une incomplète

$$(L\,i\,M\,i\,L)^7,$$

deux fort incomplètes

$$(i\,M\,i)^8 \text{ et } (i\,M\,i)^9.$$

Cinq séries de faisceaux anastomotiques séparent ces traces foliaires.

Le segment ^{13} porte la feuille la plus grande à laquelle correspond une trace de 11 faisceaux (fig. 35) :

$$m''m'm\,L\,i\,M\,i\,L\,m\,m'm''.$$

Les quatre autres traces ont la même composition que dans la figure précédente.

C'est dans l'entre-nœud ^{17}, qu'apparaît une sixième trace foliaire réduite au seul faisceau M^{22} (fig. 36). Les cinq autres traces ressemblent à celles des deux figures qui précèdent.

Enfin, dans l'entre-nœud ^{20} débute la disposition phyllotaxique $^5/_8$ (fig. 37). Les quatre premières traces foliaires, correspondant aux segments 20, 21, 22 et 23, sont complètes; celle du segment ^{24} est incomplète; les trois dernières (25, 26, 27) correspondent à trois bractées et ne possèdent, par conséquent, chacune qu'un seul faisceau (M). Le niveau rencontré par la coupe de la figure 37, appartient d'ailleurs à la portion de transition entre la région végétative de la tige et celle qui constitue l'axe de l'inflorescence.

Quelle que soit la disposition phyllotaxique et quel que soit le nombre des faisceaux, on remarquera que les traces foliaires sont toujours plissées et régulièrement séparées les unes des autres par des groupes de faisceaux anastomotiques.

Le nombre des traces foliaires visibles dans une coupe transversale est de quatre lorsque l'angle de divergence foliaire est de $^1/_2$ circonférence environ (segment ^{1} : fig. 30); il est de cinq lorsque les feuilles sont disposées suivant $^2/_5$ (fig. 35); il est de

huit quand elles sont disposées suivant $^{3}/_{8}$ (fig. 37). On peut observer six ou sept traces foliaires dans la région intermédiaire entre les dispositions phyllotaxiques $^{2}/_{5}$ et $^{3}/_{8}$ (fig. 36).

Traces gemmaires.

Qu'ils soient peu développés comme ceux insérés aux premiers nœuds de la tige principale, ou très vigoureux comme ceux portés par la région moyenne de cette tige, les rameaux ont toujours une trace conforme au type que nous avons décrit précédemment. Le nombre et la longueur des faisceaux gemmaires seuls varient. Nous croyons inutile d'insister davantage.

C. — AXE DE L'INFLORESCENCE.

L'axe de l'inflorescence formé d'une bonne centaine de segments, comprend deux parties : dans la première, constituée de 25 à 30 segments, les bourgeons axillaires se sont développés en rameaux florifères longs d'une dizaine de centimètres. Dans la seconde partie, les bourgeons ne produisent que de petites cymes serrées les unes contre les autres.

L'inflorescence qui termine la tige principale est donc composée d'une partie rameuse-paniculée, et d'une autre spiciforme-compacte [1]. Dans la figure 6, schématisée d'après une photographie, les proportions ont été rigoureusement observées, mais

---

(1) Dans l'aisselle des bractées de la partie spiciforme, comme dans l'aisselle de chacune des bractées portées par les rameaux de la partie paniculée, se trouve un petit glomérule de fleurs. Quelques coupes pratiquées dans des fragments soumis à l'inclusion nous ont montré que chaque glomérule est une cyme bipare comprenant une cinquantaine de fleurs. Dans les ouvrages de systématique, on attribue à l'*Amarantus caudatus* et aux espèces voisines, « des fleurs en épis » : il faudrait dire « des cymes disposées en épis et ceux-ci formant une panicule ».

les cymes n'ont pu être figurées parce qu'elles y seraient trop petites.

Quant aux appendices, ce sont des bractées uninerviées, de plus en plus petites (fig. 38 et 39), dont la disposition phyllotaxique est $^3/_8$.

Traces foliaires.

De chaque bractée descend dans l'axe de l'inflorescence un seul faisceau (M) qui parcourt librement la longueur de 8 entre-nœuds, puis se rapproche de l'un des anastomotiques auquel il se fusionne complètement deux ou trois entre-nœuds plus bas encore.

A titre d'exemples, nous figurons deux coupes de l'axe de l'inflorescence.

La première a été pratiquée dans l'entre-nœud ^{25} (fig. 40), c'est-à-dire à la base de la partie rameuse et paniculée de l'inflorescence. On y remarque 8 traces foliaires composées chacune d'un seul faisceau (M^{25} à M^{32}); elles sont séparées par 8 groupes de faisceaux anastomotiques (A). Les faisceaux M^{33} et M^{34} se rapprochent du faisceau anastomotique auquel ils doivent s'unir; le faisceau M^{35} a déjà opéré cette réunion. Tous les faisceaux désignés par des hachures sont gemmaires; nous en parlerons plus loin.

La seconde coupe a été faite dans l'entre-nœud ^{81} (fig. 41), niveau situé vers le milieu de la partie spiciforme et compacte de l'inflorescence. Cette section présente nettement 8 côtes, dont 5 principales et 3 plus petites. A ces côtes correspondent 8 traces foliaires réduites chacune au faisceau médian (M^{81} à M^{88}). Il y a seulement 8 faisceaux anastomotiques qui correspondent aux sinus du contour de la coupe. Les faisceaux M^{89}, M^{90} et M^{91} se rapprochent pour s'unir au faisceau anastomotique le plus voisin. Tous les autres faisceaux sont gemmaires.

L'organisation si simple de la partie supérieure de l'inflorescence contraste avec celle de la région végétative de la tige. Elle peut très aisément s'exprimer sous la forme de la figure 42 qui

reproduit le parcours des faisceaux foliaires et anastomotiques dans les segments 81 à 89. Chaque faisceau venant d'une bractée parcourt librement 8 entre-nœuds, puis se rapproche de l'anastomotique voisin auquel il s'unit intimement deux ou trois entre-nœuds plus bas.

Traces gemmaires.

Dans la partie inférieure paniculée de l'inflorescence, les rameaux sont assez développés : ils mesurent presque tous un décimètre de longueur. De ces rameaux descendent des faisceaux gemmaires assez nombreux. Les gemmaires internes pénètrent avec le faisceau M à l'intérieur de la tige ; les gemmaires externes, plus petits, restent à la périphérie (voir G.*i*. et G.*e*. dans la fig. 40). Tous se comportent comme les gemmaires de la région végétative, sauf que les internes sont ici notablement plus longs.

Dans la partie supérieure spiciforme de l'inflorescence, il n'y a qu'une petite cyme dans l'aisselle de chaque bractée; aussi les faisceaux gemmaires sont-ils ordinairement réduits au nombre de six à chaque nœud : les deux internes, plus gros, accompagnent le M dans la tige; les quatre externes, plus petits, restent à la périphérie (fig. 41). Les uns et les autres descendent la longueur de 8 entre-nœuds. L'insertion des cymes florifères appartient donc au même type que celle des rameaux feuillés, mais elle se fait par un petit nombre de faisceaux qui demeurent individualisés dans une grande étendue.

En résumé, la structure de l'axe de l'inflorescence est caractérisée par l'extrême réduction des traces foliaires composées chacune d'un seul faisceau (M), et par l'importance relativement plus grande des traces gemmaires constituées chacune de plusieurs gros faisceaux internes et de plusieurs petits périphériques, tous indépendants dans la longueur de plusieurs entre-nœuds ([1]).

([1]) Ces caractères ont été signalés dans la hampe du *Chlorophytum elatum* (9, pp. 25 et suiv.) et se retrouveront probablement dans la plupart des axes d'inflorescence.

Toutefois cette caractéristique n'est bien établie que dans la portion spiciforme de l'axe de l'inflorescence, la portion paniculée formant la transition entre la région végétative de la tige et la région florifère terminale.

CHAPITRE II

ACCROISSEMENT DIAMÉTRAL SECONDAIRE

Aux dépens du méristème qui termine la tige prennent naissance des îlots de procambium séparés les uns des autres par du tissu fondamental. En se différenciant, ces îlots de procambium deviennent des faisceaux foliaires, gemmaires ou anastomotiques. Dans chacun de ces faisceaux, un arc cambial engendre une petite quantité de bois secondaire et de liber secondaire. En même temps, les cellules du tissu fondamental s'agrandissent notablement et se cloisonnent dans diverses directions. Il en résulte un certain accroissement du diamètre de la tige. Dans le cas qui nous occupe, cet accroissement est limité parce que le cambium des faisceaux devient bientôt inactif et parce que les cellules du tissu fondamental cessent de grandir et de se diviser.

Dans les Amarantacées, comme dans plusieurs familles voisines, la partie inférieure de la tige, l'hypocotyle et la racine principale sont le siège d'un développement de tissus secondaires qui s'opère suivant un mode très particulier. C'est ce développement que nous avons étudié dans notre *Amarantus caudatus*, en comparant les coupes pratiquées au milieu de l'entre-nœud [1] d'un certain nombre de tiges principales de plus en plus âgées. Nous avons choisi ce niveau parce qu'il est facile à préciser et parce que c'est en cet endroit que la tige subit le plus fort accroissement diamétral secondaire.

1. — TIGE.

Lorsque la tige d'une plantule mesure 3 centimètres environ de longueur, les quatre premières feuilles étant développées, la section transversale de l'entre-nœud [1] montre les faisceaux

foliaires et les faisceaux anastomotiques complètement différenciés; à la périphérie du cylindre central se trouvent de petits faisceaux procambiaux dans lesquels on reconnaît des cellules libériennes et l'apparition du cambium (fig. 43, pl. X). Ce sont les faisceaux gemmaires externes dont la différenciation est assez tardive. Dans la figure 43, comme dans les suivantes, les cellules du phlœoterme sont marquées d'une petite croix [1].

Dans une plante un peu plus âgée, on constate un premier recloisonnement tangentiel des cellules sous-phlœotermiques situées entre les faisceaux gemmaires (fig. 44) [2].

Des recloisonnements semblables se produisent plusieurs fois dans les mêmes cellules (fig. 45). Un peu plus tard, le même phénomène se manifeste aussi entre le liber des faisceaux gemmaires et le phlœoterme (fig. 46).

Ainsi se constitue une zone génératrice circulaire et continue qui fonctionne comme un cambiforme en produisant vers l'intérieur un peu de parenchyme que nous désignerons sous le terme de « tissu fondamental secondaire » (Tf^2) [3].

Plus tard, certaines cellules du cambiforme se cloisonnent plus fréquemment, deviennent plus petites et plus nombreuses.

---

(1) Sous le nom de *phlœoterme*, M. Ed. Strasburger (**22**, p. 484) a désigné l'assise la plus profonde de l'écorce, quels que soient ses caractères histologiques; il a proposé de réserver le terme *endoderme* pour les couches cellulaires pourvues de bandes radiales cutinisées, couches qui peuvent provenir de tissus différents au point de vue morphologique.

(2) Par *assise sous-phlœotermique*, nous entendons l'assise la plus extérieure du cylindre central de la tige, celle qu'on designe souvent sous le nom de *péricycle* Nous n'employons pas ce dernier terme parce qu'il n'est pas démontré que l'assise dont il s'agit soit réellement l'homologue du péricycle des racines.

(3) Avec M. Eg. Bertrand, nous désignons par le terme *cambiforme*, les zones génératrices secondaires dont les éléments se transforment en tissus dépourvus de vaisseaux et de cellules grillagées. Le terme *cambium* est réservé aux zones génératrices secondaires produisant du bois et du liber secondaires. Pour plus de détails, voir mémoire sur l'Urtica (**6**, pp. 30 et suiv.).

Des arcs de cambium prennent ainsi naissance çà et là vers la périphérie du cylindre central de la tige [1]. La figure 47 montre du côté gauche un arc cambial (C*b.*) intercalé dans la zone cambiforme (C*bf.*); à droite, au-dessous, on trouve un faisceau gemmaire externe (G*e.*).

Les arcs cambiaux intercalés dans le cambiforme produisent extérieurement du liber secondaire et intérieurement du bois secondaire. Il en résulte des massifs libéro-ligneux secondaires situés un peu en dehors des faisceaux gemmaires externes. La figure 48 montre, à gauche, une portion d'un massif libéro-ligneux secondaire; les faisceaux gemmaires externes ne sont pas visibles dans ce dessin parce qu'ils sont situés plus profondément dans la tige.

Les massifs libéro-ligneux secondaires ne se développent pas indéfiniment : dès que l'activité de leur cambium se ralentit, des cloisonnements tangentiels se manifestent en dehors de leur liber. La zone cambiforme est ainsi reportée vers l'extérieur; elle pourra, en certains points, former plus tard des arcs cambiaux producteurs de nouveaux massifs libéro-ligneux secondaires. Elle produira aussi du tissu fondamental secondaire interposé entre les nouveaux massifs conducteurs secondaires.

Le déplacement vers l'extérieur de la zone génératrice se voit clairement dans la figure 49, qui reproduit partiellement deux massifs libéro-ligneux secondaires. Dans celui de gauche, l'arc cambial est en pleine activité (les cloisons nouvelles indiquées en pointillé sont nombreuses); dans celui de droite, l'arc cambial, au contraire, va bientôt cesser de fonctionner (les cloisons nouvelles sont peu nombreuses). En outre, en dehors du liber à droite, on constate un recloisonnement cambiforme qui n'existe pas encore à gauche.

On peut donc dire qu'à l'endroit représenté par la figure 49 et au moment où la coupe a été faite, la zone génératrice sautait

---

[1] L'*Urtica dioïca* présente aussi de nombreux exemples de la transformation locale du cambiforme en cambium (6, p. 33).

en arrière. Si la plante avait été laissée en vie, le même saut se serait produit un peu plus tard derrière le liber situé à gauche dans la figure.

Les mêmes phénomènes se répétant à diverses reprises, plusieurs cercles de massifs libéro-ligneux secondaires se manifesteront. A la vérité, ces cercles ne sont pas bien réguliers ni bien concentriques, parce que la zone génératrice nouvelle n'est pas complète d'emblée : elle n'embrasse d'abord qu'une partie de la circonférence et ne s'étalle que graduellement. C'est en se déplaçant vers l'extérieur par petits sauts successifs que la zone génératrice laisse, en dedans d'elle, des cercles plus ou moins concentriques de massifs libéro-ligneux secondaires dont l'arc cambial est éteint (1).

On peut se rendre compte de ce qui vient d'être dit par l'examen de la planche XIII, qui montre trois portions exactement comparables de coupes faites dans l'entre-nœud 1 de plantes d'âge différent.

Dans l'entre-nœud 1 d'une tige très jeune encore (fig. 50), on voit les faisceaux foliaires (*i* M *i*)[3] entre les faisceaux anastomotiques A et les faisceaux gemmaires externes G*e*; le cambiforme n'existe pas encore.

Dans la figure 51 correspondant à une tige presque adulte, on retrouve les mêmes faisceaux, plus une série de massifs libéro-ligneux secondaires issus de la zone génératrice en partie cambiforme, en partie cambiale. Au delà de cette zone généra-

---

(1) Les auteurs désignent généralement sous les noms de *faisceaux secondaires* ou de *faisceaux surnuméraires,* ce que nous avons nommé ici *massifs libéro-ligneux secondaires.* Il nous a paru nécessaire d'exprimer nettement la différence qui existe entre les faisceaux véritables et les massifs dont il s'agit.

Les faisceaux proviennent de la différenciation libéro-ligneuse d'îlots de procambium. Les massifs libéro-ligneux secondaires, au contraire, sont engendrés par des arcs de cambium sans état procambial préalable. Dans l'Amarante, les arcs cambiaux prennent naissance au sein d'une zone génératrice périphérique cambiforme.

trice, on aperçoit une deuxième zone génératrice qui n'existe qu'en certains endroits seulement.

Enfin, dans l'entre-nœud [1] d'une très vieille tige (fig. 52), il y a trois ou quatre cercles de massifs libéro-ligneux secondaires.

On peut, en outre, constater dans la figure 52 que l'accroissement diamétral de la tige de l'Amarante résulte, pour une part notable, de l'agrandissement et du recloisonnement diffus de toutes les cellules du tissu fondamental interfasciculaire, comme nous l'avons dit en commençant ce chapitre. En comparant les trois figures de la planche XIII, on verra que l'espace compris entre les faisceaux (*i* M *i*)[3] et les faisceaux G. *e.* augmente considérablement avec l'âge, surtout si l'on tient compte que la figure 50 est reproduite à un grossissement triple de celui des deux autres figures.

2. — HYPOCOTYLE ET RACINE.

Dans l'hypocotyle et dans la portion épaissie de la racine principale, les tissus secondaires sont plus développés encore que dans le bas de la tige principale. A l'endroit le plus épais de la racine, il y a souvent cinq ou six cercles assez réguliers de massifs libéro-ligneux secondaires séparés par du tissu fondamental secondaire dont les cellules très agrandies et étirées renferment d'abondantes réserves alimentaires (fig. 58).

Les figures 53 à 58 représentent au même grossissement six niveaux échelonnés dans une même racine. En comparant ces figures en commençant par la figure 53 (qui correspond au stade le plus jeune), on pourra aisément se rendre compte du mécanisme de la formation des zones génératrices successives et de la production des massifs libéro-ligneux secondaires. Ce mécanisme, chez l'Amarante, est le même dans la tige, l'hypocotyle et la racine.

La zone cambiforme prend naissance, après la décortication du parenchyme cortical, dans le péricycle recloisonné (C*bf.* de la fig. 53). Elle ne tarde pas à produire du tissu fondamental secondaire. Bientôt aussi des arcs cambiaux apparaissent dans la

zone cambiforme : il en résulte un premier cercle de massifs libéro-ligneux secondaires (fig. 54). Le déplacement de la zone génératrice en partie cambiforme et en partie cambiale se manifeste aux stades suivants (fig. 55 à 58). En même temps, les cellules du tissu fondamental secondaire se sont considérablement agrandies et ont amené la tubérisation de la racine; en comparant les figures 57 et 58, on remarquera combien les massifs libéro-ligneux secondaires les plus profonds se sont écartés les uns des autres à une époque relativement tardive.

3. — TRAJET DES MASSIFS LIBÉRO-LIGNEUX SECONDAIRES.

Il nous reste à indiquer l'extension des massifs libéro-ligneux secondaires et la forme de leur trajet.

Lorsque la plante est adulte, la zone génératrice s'étend dans toute la région végétative de la tige et dans les forts rameaux feuillés, mais elle ne pénètre pas dans l'axe de l'inflorescence. Elle règne aussi dans l'hypocotyle, la racine principale et les racines insérées sur celle-ci lorsqu'elles sont suffisamment développées. Son activité maxima réside dans la partie la plus renflée de la racine, l'hypocotyle et le segment[1]; elle va en diminuant de là jusqu'au segment qui porte la dernière feuille (ordinairement le segment 24 ou 25).

Les massifs libéro-ligneux secondaires ont, dans la tige, un trajet presque rectiligne; ils sont donc à peu près parallèles, mais ils échangent entre eux de loin en loin des anastomoses plus ou moins obliques. Ces massifs conducteurs n'ont aucun rapport direct avec les faisceaux foliaires et les faisceaux anastomotiques, mais nous croyons qu'ils ont d'assez nombreux points de contact avec les faisceaux gemmaires externes. Ils assurent ainsi une circulation facile de l'eau des racines vers les rameaux.

(¹) Dans tous les dessins d'ensemble annexés à ce travail, les massifs libéro-ligneux secondaires sont figurés en noir (pl. I, II, III, VII, VIII, XIII et XIV). On remarquera l'absence complète de ces massifs dans l'axe de l'inflorescence (pl. IX).

HISTORIQUE

Depuis longtemps déjà, la structure de la tige des Amarantacées, Chénopédiées, Nyctaginées, etc., est considérée comme anomale tant au point de vue de la disposition et du parcours des faisceaux, qu'à celui de l'accroissement secondaire.

1. — *Disposition et parcours des faisceaux.*

La coupe transversale montre généralement un grand nombre de faisceaux éparpillés de telle sorte que les plus gros sont les plus rapprochés du centre, les plus petits, au contraire, les plus voisins de l'écorce. On y a décrit des faisceaux médullaires et des faisceaux périphériques, ces derniers affectant souvent la disposition de cercles concentriques plus ou moins réguliers.

Le parcours des faisceaux a été très peu étudié chez les Amarantacées. Dans l'*Amarantus caudatus* et l'*A. retroflexus*, DE BARY (**1**, p. 259) a vu les faisceaux se séparer les uns des autres en passant du pétiole dans la tige : quelques-uns, dit-il, se disposent en anneau, tandis que les autres pénètrent profondément dans la moelle, le médian de chaque trace foliaire paraissant se rapprocher le plus du centre. Les faisceaux d'une même trace restent rapprochés en un groupe, traversent plusieurs entre-nœuds dans leur trajet descendant, puis se réunissent. Aucune figure n'accompagne ce court énoncé. de Bary ajoute que de nouvelles recherches devraient être entreprises en vue de mieux connaître ce parcours.

M. VAN TIEGHEM (**24**, p. 757) n'est pas plus explicite. Il fait cependant un rapprochement entre l'organisation de la tige des Amarantes et celle des *Papaver, Actæa, Cimicifuga, Thalictrum* dont la tige présente, en section transversale, deux ou trois

cercles concentriques irréguliers. Ce rapprochement ne nous parait pas justifié. Le parcours des faisceaux du *Thalictrum flavum*, bien élucidé par les recherches de Mansion (**15**), appartient en effet à un tout autre type : Dans l'*Amarantus*, chaque trace foliaire forme un groupe distinct, assez étroit, qui se place à côté de groupes analogues sans se mêler à eux; dans le *Thalictrum*, au contraire, chaque trace foliaire forme un cercle qui embrasse toute la tige et interpose ses faisceaux entre les faisceaux des traces précédentes.

M. G. Fron (**4**, p. 157) a fait quelques observations relatives au parcours des faisceaux dans plusieurs genres de Chénopodiées. Malheureusement, il s'est borné aux premiers segments de la tige principale de jeunes plantules en germination, de sorte qu'on ne peut pas se faire une idée du parcours des faisceaux dans la tige des plantes de cette famille.

2. — *Accroissement secondaire de la tige et de la racine.*

L'accroissement diamétral secondaire des axes dans les Amarantacées, Chénopodiées, Nyctaginées, etc., résulte, en partie, de la production de massifs libéro-ligneux qui apparaissent successivement, deviennent nombreux et sont habituellement rangés en cercles concentriques plus ou moins réguliers. Le mécanisme de cette production a préoccupé beaucoup d'anatomistes et a été diversement compris.

Les recherches de Unger, Link, Nägeli, Gernet, Regnault, Sanio, Pinger, etc., relatives à cette question, ont conduit de Bary (**1**, p. 607) à distinguer quatre cas ainsi caractérisés :

Dans le premier (racines de Chénopodiacées et d'Amarantacées, tige de *Phytolacca*, etc.), il se forme successivement et en direction centrifuge plusieurs anneaux de cambium, dont chacun forme un cercle de faisceaux vasculaires distincts [1]. —

---

[1] Il est bien entendu que dans cet exposé historique, nous employons les termes dont les auteurs se sont servis, en conservant à ces termes le sens qu'ils leur donnaient.

Dans un deuxième cas (tiges de Nyctaginées, d'Amarantacées et de quelques Chénopodiacées), un anneau de cambium extrafasciculaire reste continuellement actif et forme, à sa face interne, alternativement un faisceau vasculaire collatéral et du tissu conjonctif. — Dans le troisième et le quatrième cas (racine de *Mirabilis* d'une part, tige de quelques *Chenopodium* d'autre part), se réalisent des dispositions intermédiaires entre les deux premières.

M. Van Tieghem, dans la première édition de son *Traité de Botanique*, en 1884, ne distingue que deux cas (pp. 721, 723 et 797) : 1° Dans la racine des Chénopodiées et notamment dans la Betterave, des méristèmes tertiaires successifs produisent chacun un cercle de faisceaux libéro-ligneux tertiaires séparés par des rayons d'écorce tertiaire; le liber de ces faisceaux est formé en dehors de la zone génératrice, le bois en dedans; 2° Dans la racine du *Mirabilis*, au contraire, comme dans la tige des Chénopodiées, Amarantacées, Nyctaginées, etc., une seule assise génératrice donne naissance extérieurement à du parenchyme centripète, et intérieurement à du parenchyme centrifuge entremêlé de faisceaux libéro-ligneux secondaires. L'auteur insiste sur ce point, que l'assise génératrice engendre à la fois du liber et du bois sur sa face interne.

M. L. Morot (**16**, pp. 241, 246, 276, 279, 283, etc) établit, le premier, que le développement des faisceaux surnuméraires qui nous occupent ici suit partout une marche uniforme. Dans les racines, comme dans les tiges des plantes appartenant aux familles citées plus haut, plusieurs zones génératrices apparaissent successivement et produisent chacune du bois par leur face interne en même temps que du liber par leur face externe. Ces faisceaux collatéraux sont séparés par des rayons assez étroits de tissu conjonctif. Quant aux différences assez notables que l'on constate à l'état adulte, elles proviennent d'une part de l'agencement variable des zones génératrices successives, d'autre part de la sclérification plus ou moins rapide et plus ou moins complète du tissu conjonctif. Il est à noter aussi que les méristèmes consécutifs peuvent n'être point concentriques, mais anastomosés en

réseau à mailles plus ou moins étroites suivant que leurs points de contact sont plus ou moins nombreux.

Ainsi fut corrigée une grave erreur commise par les anciens anatomistes et consignée dans les Traités généraux de de Bary et de Van Tieghem. Il est maintenant établi que les massifs libéro-ligneux secondaires ne sont jamais engendrés tout entiers à la face interne de la zone génératrice surnuméraire : le bois est formé en dedans et le liber en dehors, comme dans le cas d'un cambium normal. Plusieurs zones génératrices semblables peuvent prendre naissance successivement en ordre centrifuge. D'autres fois les portions de la zone génératrice qui relient entre eux les massifs libéro-ligneux secondaires conservent leur activité, mais les arcs combiaux entre bois et liber s'éteignent toujours assez rapidement. Des ponts de méristème extralibériens se forment alors et rétablissent la continuité de la zone génératrice. C'est ce phénomène mal compris qui a fait croire à l'existence d'une seule assise génératrice produisant bois et liber à sa face interne.

Le texte du mémoire de M. Morot est d'une clarté parfaite, mais on peut regretter que les figures qui l'accompagnent, généralement trop partielles, ne soient pas suffisamment démonstratives.

Incidemment, l'auteur a montré aussi qu'il n'y a pas lieu d'attacher grande importance à la distinction entre les faisceaux dit secondaires et les faisceaux qualifiés de tertiaires. Nous partageons son avis (1).

M. J. Hérail, dans ses recherches sur l'anatomie comparée de la tige des Dicotylédones (**11**, p. 245), a fait sur d'autres espèces des constatations qui confirment pleinement les observations de M. Morot.

Les résultats remarquables obtenus par MM. Morot et Hérail ont été admis par M. Van Tieghem, qui en a tenu compte dans la deuxième édition de son *Traité de Botanique* (pp. 728 et 825).

---

(1) Voir plus loin, p. 36 : « Pour la même raison... tissu fondamental primaire ».

M. G. Fron, dans son étude de la racine, de l'hypocotyle et de la tige des Chénopodiacées (**4**), a eu l'occasion de contrôler et d'étendre encore les données nouvelles. Ce mémoire ne s'occupant pas des Amarantacées, ne doit pas être analysé ici ; nous nous bornerons à signaler un bon dessin montrant clairement le déplacement de l'assise génératrice par rapport au massif libéro-ligneux secondaire déjà formé dans la tige du *Chenopodium album* (**4**, pl. 7, fig. 5).

Dans ses recherches sur l'appareil conducteur de la tige et de la feuille des Nyctaginées (**5**), M. F. Gidon a exposé des considérations d'anatomie générale dont nous aurons à nous occuper dans la suite de cet exposé historique.

Dans leur cours de Botanique (**3**, pp. 229, 376, 985), MM. G. Bonnier et Leclerc du Sablon consignent également les résultats acquis en prenant comme exemples la tige et la racine de Betterave : dans la première, une même assise génératrice se déplace en formant des boucles en dehors des massifs libériens ; dans la seconde, plusieurs assises génératrices distinctes se produisent successivement. Entre ces deux types, il existe des intermédiaires chez les Chénopodiées, les Amarantacées et les Nyctaginées.

Quelques auteurs allemands conservent trop fidèlement la tradition de l'œuvre vénérable, mais un peu ancienne déjà, de de Bary. C'est ainsi que M. H. Schinz, dans sa monographie des Amarantacées écrite pour les *Pflanzenfamilien* de A. Engler et K. Prantl (**20**, p. 92), renseigne l'existence de plusieurs zones concentriques de faisceaux conducteurs plus ou moins régulièrement rangés. Le mode de formation de ces faisceaux, ajoute-t-il, a été trop peu étudié : d'après de Bary et Volkens, ils se développeraient comme dans les Chénopodiacées à tiges anomales.

M. H. Solereder, dans son anatomie systématique des Dicotylédones (**21**, p. 734), dit que chez les Amarantacées les faisceaux vasculaires rangés concentriquement sont produits par plusieurs méristèmes secondaires formés successivement, tandis qu'une disposition irrégulière des faisceaux provient de ce que ceux-ci pénètrent en dedans du méristème.

M. F. Pax, en 1904, maintient plus nettement encore l'erreur

de de Bary : il admet deux cas, celui de plusieurs anneaux de cambium secondaire successifs et celui d'un seul anneau de cambium restant toujours actif; ce dernier produirait vers l'intérieur des faisceaux vasculaires collatéraux.

Nous nous plaisons à reconnaître que M. Ed. Strasburger, dans son beau *Traité de Botanique* (**23**, p. 115), a supprimé les choses erronées que nous rappelons ici, mais nous regrettons son extrême concision. Il se borne à énoncer que plusieurs anneaux de cambium peuvent prendre naissance successivement et que chacun d'eux produit du bois vers l'intérieur et du liber vers l'extérieur.

Dans la dernière édition de son *Anatomie physiologique*, M. G. Haberland a rendu un compte très exact des découvertes de Morot et de Hérail (**10**, p. 601).

3. — *Lieu de formation des zones génératrices surnuméraires.*

Dans le relevé bibliographique qui précède, nous avons négligé de préciser les tissus dans lesquels s'établissent les zones génératrices successives. Ce point doit maintenant retenir notre attention.

C'est à M. L. Morot que l'on doit les premières notions exactes en cette matière. Il a constaté que la première zone génératrice surnuméraire s'établit soit dans le péricycle, soit dans un parenchyme secondaire qui en dérive. Les zones génératrices ultérieures, tantôt complètes, tantôt réduites à l'état de ponts ou de boucles extralibériennes, apparaissent toujours dans le parenchyme secondaire ou tertiaire formé à l'extérieur de la zone génératrice surnuméraire précédente.

Cette explication a été généralement admise. Seul, à notre connaissance, M. F. Gidon (**5**, pp. 31, 78, 82) l'a rejetée en soutenant que les recloisonnements qui aboutissent à la constitution de l'anneau générateur se produisent dans les cellules d'un pseudo-péricycle existant au dos des faisceaux. Ce pseudo-péricycle provient : 1° des éléments procambiaux qui peuvent persister en dehors des tubes libériens externes; 2° de ces tubes

libériens eux-mêmes, lorsqu'ils viennent à perdre leur différenciation spécifique.

Nous attachons, quant à nous, peu d'importance à la question de la détermination précise des éléments anatomiques qui, dans chaque cas particulier, sont le siège d'un recloisonnement générateur. Tout tissu vivant peut, dans certaines circonstances, manifester une telle activité. Nous pensons que les plantes appartenant à des familles notablement différentes ou à des espèces d'une même famille, mais vivant dans des conditions plus ou moins spécialisées, peuvent présenter à ce point de vue une certaine diversité.

Pour la même raison, nous croyons inutile la distinction qu'on voudrait établir entre les tissus secondaires, les tissus tertiaires, les tissus quaternaires, etc. Quel que soit le lieu de leur apparition, les arcs cambiaux fonctionnent toujours de la même manière et leurs produits peuvent, par opposition aux faisceaux dérivés du procambium, recevoir partout le nom de massifs libéro-ligneux secondaires. Quant aux portions de zone génératrice qui n'engendrent ni bois ni liber, mais du parenchyme, etc., nous les nommons cambiformes avec M. Eg. Bertrand. Les tissus produits par le cambiforme appartiennent au tissu fondamental secondaire, par opposition au tissu fondamental primaire.

Nous nous refusons aussi à admettre la nomenclature si peu justifiée, nous semble-t-il, que M. F. Gidon emploie dans son mémoire sur la tige et la feuille des Nyctaginées (**5**, pp. 31, 109, etc.). Pour lui, la zone de recloisonnement périphérique, qui donne naissance aux faisceaux dits surnuméraires, n'est pas une zone génératrice secondaire, mais du « procambium ». Par suite, les faisceaux périphériques surnuméraires ne sont pas des faisceaux secondaires, mais des « faisceaux primaires tardifs ».

Ce qui a pu, croyons-nous, être pour M. Gidon une cause d'erreur non soupçonnée, c'est le fait que chez certaines Dicotylées le stade procambial est réellement difficile à saisir, tant est précoce l'apparition de la zone génératrice secondaire normale et des zones génératrices surnuméraires. Bien loin d'admettre un grand développement du procambium chez les Nyctaginées

et les familles voisines, nous croyons que le procambium et le cambium des faisceaux y ont subi une forte réduction et qu'ils sont remplacés physiologiquement par des zones génératrices secondaires très actives apparaissant très tôt.

Au surplus, les massifs libéro-ligneux secondaires que M. Gidon considère comme faisceaux primaires tardifs, sont dépourvus de trachées et dès lors leur caractère secondaire peut être reconnu par un simple examen fait à l'état adulte.

Remarquons enfin que le fonctionnement de la prétendue couronne procambiale de M. Gidon, tel qu'il ressort du mémoire que nous analysons, est bien celui d'une zone génératrice secondaire qui conserve son activité dans les parties conjonctives, mais qui s'éteint dans les parties comprises entre bois et liber, pour réapparaître en dehors à l'aide d'un pont ou d'une boucle [1].

---

[1] Il me sera sans doute permis d'exprimer ici le profond étonnement que j'ai éprouvé en lisant le passage suivant, à la page 25 du mémoire de M. Gidon : « Tout récemment encore, M. Gravis, dans son travail sur les *Tradescantia*, émettait l'opinion que ces faisceaux périphériques étaient peut-être des formations d'une nature toute particulière, et réellement *propres à la tige,* sans relation avec les feuilles ».

Ce que je me suis efforcé de démontrer dans mon mémoire sur le *Tradescantia,* c'est précisément tout le contraire ! Le § 11 de mes conclusions (**8**, p. 251) ne peut laisser aucun doute à cet égard. Le voici textuellement : « Les faisceaux considérés comme propres à la tige par les auteurs allemands sont formés par l'union des extrémités inférieures des faisceaux foliaires externes : ce sont réellement des anastomotiques externes, comme le démontre le parcours dans la tige adulte et surtout dans le sommet végétatif étudié par des coupes transversales successives. »

Sans vouloir justifier à nouveau cette affirmation si catégorique, je rappellerai qu'on s'accorde généralement à faire des Commélinées l'un des types principaux de l'organisation des Monocotylées. Falkenberg et de Bary ont caractérisé ce type par l'existence de faisceaux périphériques propres à la tige et, par le fait qu'après avoir pénétré dans la région centrale, les faisceaux foliaires s'y anastomosent sans revenir vers l'extérieur. Je crois avoir montré par des preuves tirées du parcours des faisceaux et du développement des tissus que les faisceaux périphériques du *Tradescantia* ne

4. — *Comparaison avec les Monocotylées.*

L'aspect que présente la coupe transversale de la tige chez les Chénopodiées, Amarantacées, Nyctaginées, etc., a suggéré à quelques auteurs l'idée d'un rapprochement à faire entre l'organisation de ces plantes et celle des Monocotylées. La ressemblance, vaguement signalée d'ailleurs, se résume dans le grand nombre de faisceaux et la disposition éparpillée qui en est la conséquence. On conviendra que ce caractère est bien peu important : si les Dicotylées arborescentes ont généralement peu de faisceaux, il ne faut pas oublier que les Dicotylées herbacées en renferment souvent un nombre assez élevé (certaines Renonculacées, Ombellifères, Rosacées, Composées, etc.).

M. F. Gidon a voulu, semble-t-il, préciser les affinités supposées entre les Cyclospermées et les Monocotylées en cherchant à établir un rapprochement entre la formation des faisceaux périphériques des Nyctaginées et l'apparition tardive des faisceaux externes dans la tige de certaines Monocotylées capables de manifester un accroissement diamétral secondaire. « En réalité, dit-il, une tige de *Mirabilis* diffère peu, en somme, d'une tige de Monocotylée. » (**5**, p. 21.)

Nous ne pouvons partager cette opinion. La zone génératrice périphérique des *Dracœna*, etc., est un périméristème [1] produisant vers l'intérieur des îlots de procambium séparés par du tissu fondamental secondaire; ces îlots se différenciant en bois et

---

sont nullement « propres à la tige »; ce sont en réalité des « faisceaux anastomotiques externes », c'est-à-dire les sympodes formés par la réunion des parties inférieures des foliaires externes.

Au surplus, les faisceaux périphériques du *Tradescantia* n'ont rien de commun avec les massifs libéro-ligueux secondaires des Chénopodiées, Amarantacées et Nyctaginées. Cela me dispense d'en parler plus longuement ici. A. G.

(1) Au sujet du méristème, du périméristème et autres tissus générateurs, voir mémoire sur le *Tradescantia* (**8**, pp. 120 et surtout 124).

liber deviennent de véritables faisceaux. Au contraire, la zone génératrice périphérique des Nyctaginées, etc., est un cambiforme produisant du tissu fondamental secondaire et se transformant localement en arcs cambiaux : ceux-ci engendrent un peu de bois secondaire *en dedans* et un peu de liber secondaire *en dehors*. De là la production de massif libéro-ligneux secondaires nullement comparables aux faisceaux tardifs des *Dracæna*, mais comparables aux tissus conducteurs secondaires normaux des Dicotylées.

A d'autres points de vue (agencement des traces foliaires, fonctionnement du cambium intrafasciculaire, insertion des feuilles, etc.), bien des différences seraient à signaler entre les Cyclospermées et les Monocotylées.

Nous n'avons pas à nous y arrêter ici.

RÉSUMÉ

La structure de la tige de l'Amarante et vraisemblablement de beaucoup de genres appartenant aux familles des Amarantacées, Chénopodiées, etc., nous semble caractérisée par deux faits principaux : d'une part, la composition, la forme et l'agencement des traces foliaires et des traces gemmaires; d'autre part, le mécanisme de l'accroissement diamétral secondaire.

I. — COMPOSITION ET FORME D'UNE TRACE FOLIAIRE.

La trace foliaire la plus complète, correspondant à la feuille la plus ample, comprend 11 faisceaux et peut se formuler de la façon suivante :

$$m''m'm\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m\ m'm''$$

(Figure 7, coupe dans le nœud ^{13} au niveau de l'insertion de la feuille : les 11 faisceaux qui passent de la feuille dans la tige sont pointillés.)

Dès qu'ils ont pénétré dans la tige, les faisceaux foliaires se disposent en zigzag de telle façon que les plus gros (L M L) sont les plus rapprochés du centre de la tige, tandis que les autres en sont d'autant plus éloignés qu'ils sont plus petits (fig. 8 : coupe au milieu de l'entre-nœud ^{13}).

Dans leur parcours descendant les foliaires s'unissent les uns après les autres aux faisceaux anastomotiques voisins : la trace foliaire se réduit ainsi graduellement de la manière suivante :

$$m'm\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m\ m'$$
$$m\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m$$
$$\mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}$$
$$i\ \mathrm{M}\ i$$
$$\mathrm{M}$$

(Figures 9, 10, 11 : coupes dans les entre-nœuds ^{12}, ^{10} et ^{9}.)

L'angle phyllotaxique étant égal à $^2/_5$, cette réduction de la

trace foliaire est réalisée dans l'étendue de cinq segments : les faisceaux m'' ont un trajet très court; les faisceaux m', m, L, i et M ont un trajet de plus en plus long; le faisceau M seul dépasse un peu la longueur de 5 entre-nœuds. (Fig. 13 : parcours des faisceaux d'une trace foliaire vue de face; fig. 14 : parcours de la moitié d'une trace foliaire vue de profil.)

Aux feuilles plus petites situées au-dessous et au-dessus de celle dont nous venons de nous occuper, correspondent des traces foliaires formées d'un nombre moins grand de faisceaux. La feuille [1], qui est la plus petite, ne donne à la tige que 3 faisceaux : L M L (fig. 30); les autres feuilles lui en donnent 5, 7, 9 ou 11. La longueur des foliaires dans la tige est notablement plus longue quand l'angle phyllotaxique égale $^3/_8$ que lorsqu'il mesure $^2/_5$.

Quel que soit le nombre des faisceaux dont elle est composée, la trace foliaire affecte toujours la forme en zigzag (fig. 30, 31, 32, 35, 36, 37).

Les bractées n'ont qu'un seul faisceau très longuement descendant dans l'axe de l'inflorescence (fig. 40, 41, 42).

II. — COMPOSITION ET FORME D'UNE TRACE GEMMAIRE.

La trace gemmaire la plus complète correspond au rameau inséré dans l'aisselle de la feuille la plus ample. Les faisceaux qui passent de ce rameau dans la tige mère et que nous appelons gemmaires, sont les uns internes, les autres externes (fig. 4 et 5 : les faisceaux gemmaires sont hachurés).

Les gemmaires internes, plus gros, pénètrent assez profondément dans la tige et forment deux groupes, un de chaque côté du foliaire médian; en descendant, ils se rapprochent des faisceaux anastomotiques voisins et se confondent avec eux après avoir parcouru la longueur d'un entre-nœud environ (G. *i.* dans les fig. 7 et 8).

Les gemmaires externes, plus petits, restent à la périphérie de la tige mère, se disposent en un arc de cercle qui, avec d'autres arcs semblables, constitue un cercle complet (G. *e.* dans les fig. 7

et 8). Ils ont un trajet libre de la longueur de cinq entre-nœuds; ils se terminent dans la moitié supérieure du nœud situé exactement au-dessous de celui où le rameau est inséré. Ils s'unissent là aux faisceaux anatosmotiques les plus externes (fig. 13 et 14 : les gemmaires sont représentés en traits interrompus).

Toutes les traces gemmaires ont la même constitution, dans l'axe de l'inflorescence (fig. 40 et 41) aussi bien que dans la portion végétative de la tige, mais le nombre et la longueur des faisceaux gemmaires sont variables. Le nombre est en rapport avec le diamètre du rameau : il est maximum dans l'aisselle de la feuille la plus ample, minimum dans l'aisselle des bractées de la partie spiciforme de l'inflorescence. La longueur des gemmaires internes est toujours assez courte, sauf dans la partie spiciforme de l'inflorescence; celle des gemmaires externes dépend de l'angle phyllotaxique, puisque ces faisceaux se terminent au nœud situé exactement en dessous du nœud d'entrée : soit 5 entre-nœuds dans le cas d'un angle égal à $^2/_5$, 8 entre-nœuds lorsque l'angle égale $^3/_8$.

III. — AGENCEMENT DES TRACES FOLIAIRES ET DES TRACES GEMMAIRES.

Les faisceaux foliaires perdent leur individualité en s'unissant à un faisceau voisin : les sympodes ainsi constitués sont les faisceaux anastomotiques. Certains d'entre ces derniers reçoivent aussi les faisceaux gemmaires internes, d'autres les gemmaires externes. Les anastomotiques sont d'autant plus nombreux que les foliaires et les gemmaires sont en plus grand nombre à un niveau donné. (Dans tous nos dessins d'ensemble [fig. 30, 31, 32, 35, 36, 37, 40, 41, etc.] les anastomotiques ont été laissés en blanc; dans les parcours [fig. 13, 14, 42] ils ont été figurés par des traits plus forts.)

Les traces foliaires sont juxtaposées et complètement indépendantes les unes des autres; elles sont séparées par des faisceaux anastomotiques plus ou moins nombreux, disposés en groupes rayonnants. Le nombre des traces foliaires visibles sur

une coupe transversale dépend de la phyllotaxie : il y en a 4 quand les feuilles sont écartées de $^1/_2$ circonférence environ (fig. 30); 5 quand elles sont écartées de $^2/_5$ (fig. 35); 8 quand leur écartement égale $^3/_8$ (fig. 37). Dans la région végétative, chaque section transversale montre ordinairement une ou deux traces foliaires complètes, une ou deux presque complètes, les autres réduites aux faisceaux *i* M *i*.

Contrairement aux traces foliaires qui sont manifestes dans toutes les coupes transversales, les traces gemmaires ne se reconnaissent bien qu'un peu en dessous de chaque nœud. Il faut cependant noter que les gemmaires externes sont reconnaissables à tous les niveaux puisqu'ils constituent un cercle qui occupe la périphérie du cylindre central dans toute l'étendue de la portion végétative de la tige et dans toute l'étendue de l'axe de l'inflorescence. (Ce cercle de faisceaux hachurés est visible dans toutes nos figures.) Les massifs teintés en noir que l'on voit souvent en dehors de ce cercle sont les productions secondaires dont nous allons maintenant nous occuper.

IV. — MÉCANISME DE L'ACCROISSEMENT DIAMÉTRAL SECONDAIRE.

Dans la tige des Amarantes, les faisceaux (foliaires, gemmaires et anastomotiques) sont assez nombreux et bien distincts; ils sont éparpillés et d'autant plus rapprochés du centre qu'ils sont plus gros. Ils s'accroissent peu, leur cambium étant peu actif. Par contre, une zone génératrice cambiforme circulaire et continue s'établit par le recloisonnement tangentiel des cellules de l'assise sous-phlœotermique (fig. 43, 44, 45). Ce cambiforme produit du tissu fondamental secondaire et se transforme çà et là en petits arcs de cambium (fig. 47). Ceux-ci engendrent du bois secondaire vers l'intérieur et du liber secondaire vers l'extérieur (fig. 48). Il en résulte un cercle de massifs libéro-ligneux secondaires séparés les uns des autres par le tissu fondamental secondaire. (Dans tous nos dessins d'ensemble, les massifs libéro-

ligneux secondaires sont indiqués en noir : pl. I, II, III, VII, VIII, XIII et XIV.)

Lorsque le cambium de ces massifs cesse de fonctionner, des cloisonnements tangentiels cambiformes se manifestent en arrière des massifs libéro-ligneux secondaires (fig. 49). La zone génératrice contournant ainsi les premiers massifs formés saute en arrière et continue à produire du tissu fondamental secondaire en s'éloignant du centre de la tige. De nouveaux arcs cambiaux se montrent bientôt au sein du cambiforme. Ainsi se produisent plusieurs cercles plus au moins concentriques de massifs libéro-ligneux secondaires environnés de tissu fondamental secondaire (fig. 50, 51, 52 : entre-nœud [1] de la tige; fig. 53 à 58 : racine).

Cette structure secondaire s'observe dans la partie épaisse de la racine, dans l'hypocotyle, dans toute la région végétative de la tige et des rameaux; elle fait complètement défaut dans l'inflorescence (fig. 40 et 41).

L'accroissement du diamètre de la tige résulte en partie aussi de l'accroissement des cellules du parenchyme interfasciculaire et de leur recloisonnement dans diverses directions (fig. 50, 51, 52, qui montrent que l'intervalle entre les faisceaux augmente avec l'âge).

Au point de vue fonctionnel, les tissus secondaires de l'Amarante sont comparables à ceux des arbres dicotylés, mais ils en diffèrent morphologiquement, c'est-à-dire par leur genèse et leur conformation à l'état adulte. Dans les arbres, en effet, les faisceaux (foliaires, gemmaires et anastomotiques) sont peu nombreux et disposés côte à côte; à travers ces faisceaux, il se forme de bonne heure une zone circulaire et continue de cambium qui engendre indéfiniment du bois secondaire en dedans et du liber secondaire en dehors. A l'état adulte, les faisceaux sont difficilement reconnaissables dans le tronc et les branches des arbres, tandis que la couronne de tissus conducteurs secondaires est devenue très épaisse.

D'autre part, l'accroissement diamétral secondaire des Amarantes diffère complètement de celui de certaines Monocotylées

(*Dracæna*, *Yucca*, etc.) chez lesquelles un périméristème engendre vers l'intérieur du tissu fondamental et des massifs de procambium qui subissent ultérieurement la différenciation libéro-ligneuse (1).

A ce propos, il convient de faire remarquer que des tissus totalement différents sont souvent confondus sous des noms trop généraux. Beaucoup d'auteurs se servent du terme « cambium » pour désigner tout tissu générateur secondaire, du terme « faisceau » pour nommer tout massif de bois et de liber, voire même de bois ou de liber.

Nous avons cru devoir, comme dans nos travaux antérieurs, réserver le nom de *cambium* au tissu générateur secondaire produisant du bois secondaire vers l'intérieur et du liber secondaire vers l'extérieur; nous avons appelé *cambiforme* un tissu générateur secondaire produisant d'autres tissus (parenchyme, sclérenchyme, etc.) internes et externes dont l'ensemble forme le tissu fondamental seeondaire.

Par *faisceau* nous entendons uniquement un groupe d'éléments ligneux et libériens provenant de la différenciation d'un îlot de procambium, éléments auxquels s'ajoutent, chez les Dicotylées, les produits d'un cambium intrafasciculaire. L'îlot procambial peut dériver directement du méristème terminal, mais il peut aussi provenir d'un périméristème (*Dracæna*, *Yucca*, etc.) (2).

Par *massif libéro-ligneux secondaire*, nous entendons un groupe d'éléments conducteurs engendrés par un arc cambial sans état procambial préalable. Tels sont les massifs existant à la périphérie de la tige de l'Amarante en dehors des faisceaux gemmaires externes. Ces massifs ne peuvent être confondus ni

---

(1) Voir mémoire sur le *Tradescantia* (**8**, pp. 120 et suiv., notamment p. 124).

(2) Nous réservons le nom de *méristème* au tissu générateur qui engendre des faisceaux primaires et du tissu fondamental primaire; le *périméristème* est un tissu générateur qui engendre des faisceaux secondaires et du tissu fondamental secondaire.

avec les faisceaux normaux (foliaires, gemmaires et anastomotiques), ni avec les faisceaux tardifs des *Dracæna.*

V. — TIGE VÉGÉTATIVE ET AXE D'INFLORESCENCE.

Terminons ce résumé en considérant deux coupes caractéristiques.

La coupe pratiquée au milieu de l'entre-nœud ^{9} (fig. 11) représente l'état moyen de l'organisation de la tige de l'Amarante dans sa région végétative. Nous y remarquons 5 traces foliaires comprenant ensemble 29 faisceaux (pointillés) ; 5 groupes anastomotiques composés de 26 faisceaux en tout (blancs); un cercle de 65 faisceaux gemmaires (hachurés), et enfin une couronne de 160 massifs libéro-ligueux secondaires (en noir).

La coupe pratiquée au milieu de l'entre-nœud ^{81} (fig. 41) nous fera comprendre l'organisation de la tige de l'Amarante dans sa région florifère. Cette coupe contient 8 traces foliaires, réduites chacune à un seul faisceau (pointillé); 8 faisceaux anastomotiques (blancs); 16 gemmaires internes et 32 gemmaires externes (hachurés). Il n'y a pas de massifs libéro-ligneux secondaires (1).

L'axe de l'inflorescence diffère donc très notablement de l'axe végétatif tant au point de vue du parcours qu'à celui de l'histologie proprement dite. Toutefois, la base de l'inflorescence réalise une structure de transition entre l'organisation de la région végétative et celle de la région purement florifère (fig. 40 : coupe au milieu de l'entre-nœud ^{25}).

---

(1) Nous négligeons ici trois foliaires et deux gemmaires internes qui sont sur le point de disparaître en se réunissant à des anastomotiques.

CONCLUSIONS

Comparant les résultats de notre travail à ceux de nos devanciers, nous sommes amené à reconnaître les points suivants :

1. — Le parcours des faisceaux dans la tige de l'Amarante semble avoir été complètement méconnu jusqu'ici. Il constitue cependant un type très spécial caractérisé par la forme repliée en zigzag de la trace foliaire, ainsi que par l'agencement des traces foliaires juxtaposées côte à côte et séparées les unes des autres par des groupes de faisceaux anastomotiques.

Les traces foliaires visibles dans une coupe transversale sont normalement au nombre de 5 ou de 8, suivant que l'angle phyllotaxique est égal à $^2/_5$ ou à $^3/_8$. On constatera surtout que les faisceaux d'une trace foliaire ne se placent jamais entre les faisceaux d'une autre trace foliaire, et qu'ils ne s'interposent même pas aux anastomotiques, de telle façon que la tige est constituée par 5 ou 8 secteurs bien distincts.

Les traces gemmaires sont remarquables par la distinction qu'il y a lieu d'établir entre les gemmaires internes, qui ne sont ordinairement visibles que sous les nœuds, et les gemmaires externes, qui forment un cercle de faisceaux périphériques reconnaissables à tous les niveaux.

Le parcours des faisceaux a été bien défini dans un trop petit nombre de plantes pour qu'on puisse, dès maintenant, faire des comparaisons entre l'Amarante et d'autres types.

Nous sommes frappé, quant à nous, des grandes différences que manifestent les traces foliaires et les traces gemmaires du Tradescantia, du Chlorophytum, de l'Amarantus, de l'Urtica, du Thalictrum et de plusieurs autres Renonculacées que nous connaissons bien.

2. — L'accroissement diamétral secondaire dans les Amarantacées et surtout dans les familles voisines a fait l'objet de nombreux travaux. Le mécanisme de cet accroissement a été bien élucidé par M. L. Morot, puis par M. J. Hérail. Il est regrettable que leurs découvertes soient méconnues par les auteurs de quelques ouvrages généraux récents.

Nos recherches, en confirmant celles de MM. Morot et Hérail, nous ont fourni l'occasion de publier des figures suffisamment complètes et détaillées, prises à différents stades de l'accroissement secondaire; ces figures, nous semble-t-il, faisaient défaut jusqu'ici.

Nous avons cherché à attirer de nouveau l'attention des anatomistes sur le mode si curieux du développement secondaire de certains Cyclospermées, développement qui diffère notablement de celui des autres Dicotylées et qui diffère surtout complètement de celui des Monocotylées.

3. — Ce dernier point, controversé encore par des botanistes contemporains, nous a amené à examiner certaines questions d'anatomie générale rendues obscures par une terminologie défectueuse. Nous serions heureux si nos efforts pouvaient déterminer enfin l'adoption d'une nomenclature histologique simple et précise, capable de mettre en évidence des caractères anatomiques aujourd'hui bien constatés, mais souvent dissimulés sous des termes mal appropriés.

BIBLIOGRAPHIE

1. **de Bary, A.**, Vergleichende Anatomie der vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. (*Handbuch der physiologischen Botanik*, de W. Hofmeister, Bd IV. Leipzig, 1877.)

2. **Bertrand, C. Eg.**, Théorie du faisceau. (*Bull. scientif. du département du Nord*, 2e série, 3e année, nos 2, 3 et 4, 1880).

3. **Bonnier, G.**, et **Leclerc du Sablon**, Cours de botanique. Paris, 1901.

4. **Fron, G.**, Recherches anatomiques sur la racine et la tige des Chénopodiacées. (*Ann. sc. natur., botanique*, 8e série, t. IX. Paris, 1899.)

5. **Gidon, F.**, Essai sur l'organisation générale et le développement de l'appareil conducteur dans la tige et dans la feuille des Nyctaginées. (*Mém. Soc. linnéenne de Normandie*, t. XX. Caen, ~~1890.)~~ 1900)

6. **Gravis, A.**, Recherches anatomiques sur les organes végétatifs de l'Urtica dioïca. (*Mém. in-4° de l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique*, t. XLVII, 1884.)

7. **Gravis, A.**, Fixation au porte-objet des coupes faites dans la celloïdine. (*Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. I, 1897.)

8. **Gravis, A.**, Recherches anatomiques et physiologiques sur le Tradescantia virginica. (*Mém. in-4° de l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique*, t. LVII, 1898.)

9. **Gravis, A.**, et **Donceel, P.**, Anatomie comparée du Chlorophytum elatum et du Tradescantia virginica. (*Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. II, 1900.)

10. **Haberlandt, G.**, Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, 1904.

11. **Hérail, J.**, Recherches sur l'anatomie comparée de la tige des Dicotylédones. (*Ann. sc. natur., botanique*, 7e série, t. II, 1885.)

12. **Lignier, O.**, De l'importance du système libéro-ligneux foliaire en anatomie végétale. (*Comptes rendus Acad. de Paris,* 6 août 1888)

13. **Lignier, O.**, De la forme du système libéro-ligneux foliaire chez les Phanérogames. (*Bull. Soc. linnéenne de Normandie,* 4e série, vol. II, 1889.)

14. **Lignier, O.**, De l'influence que la symétrie de la tige exerce sur la distribution, le parcours et les contacts de ses faisceaux libéro-ligneux. (*Bull. Soc. linnéenne de Normandie,* 4e série, vol II, 1889.)

15. **Mansion, A.**, Contribution à l'anatomie des Renonculacées. Le genre Thalictrum. (*Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége,* vol. I, 1897)

16. **Morot, L.**, Recherches sur le péricycle. (*Ann. sc. natur., botanique,* 6e série, t. XX. Paris, 1885.)

17. **Nägeli, C.**, Das Wachsthum des Stammes und der Wurzel bei den Gefässpflanzen und die Anordnung der Gefässstrange im Stengel. (*Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik,* erstes Heft. Leipzig, 1858.)

18. **Pax, F.**, Prantl's Lehrbuch der Botanik. Leipzig, 1904.

19. **Petit, L.**, Le pétiole des Dicotylédones au point de vue de l'anatomie comparée et de la taxinomie. (Thèse présentée à la Faculté des sciences de Paris. Bordeaux, 1887.)

20. **Schinz, H.**, Amarantaceae. (Engler, A., und Prantl, K., *Die natürlichen Pflanzenfamilien,* Lief. 79. Leipzig, 1893.)

21. **Solereder, H.**, Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart, 1899.

22. **Strasburger, Ed.**, Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Iena, 1891.

23. **Strasburger, Ed.**, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Iena, 1894.

24. **Van Tieghem, Ph.**, Traité de botanique, 2e édit. Paris, 1891.

PLANCHES

Dans toutes les figures, les faisceaux foliaires sont pointillés, les faisceaux gemmaires hachurés, les faisceaux anastomotiques sont laissés en blanc, les massifs libéro-ligneux secondaires sont noirs.

ABRÉVIATIONS EMPLOYÉES DANS LES FIGURES.

Tissus :

Ep.	Épiderme.
Phlt.	Phlœoterme.
B^1.	Bois primaire.
B^2.	Bois secondaire.
L^1.	Liber primaire.
L^2.	Liber secondaire.
Cb.	Cambium.
Cbf.	Cambiforme.
$(LB)^2$.	Massif libéro-ligneux secondaire.
Tf^2.	Tissu fondamental secondaire.

Faisceaux :

Fol.	Foliaire.
M.	Médian.
i.	Intermédiaire.
L.	Latéral.
m.	Marginal.
G. e.	Gemmaire externe.
G. i.	Gemmaire interne.
A.	Anastomotique.

N. B. — Le symbole d'un faisceau foliaire inscrit entre parenthèses indique que ce faisceau vient de se jeter sur le faisceau anastomotique désigné par la flèche. (Exemple : fig. 9 à comparer à la fig. 8, planche II.)

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Fig. 1. — Portion de tige principale comprenant les segments 8 à 13 (p. 5).

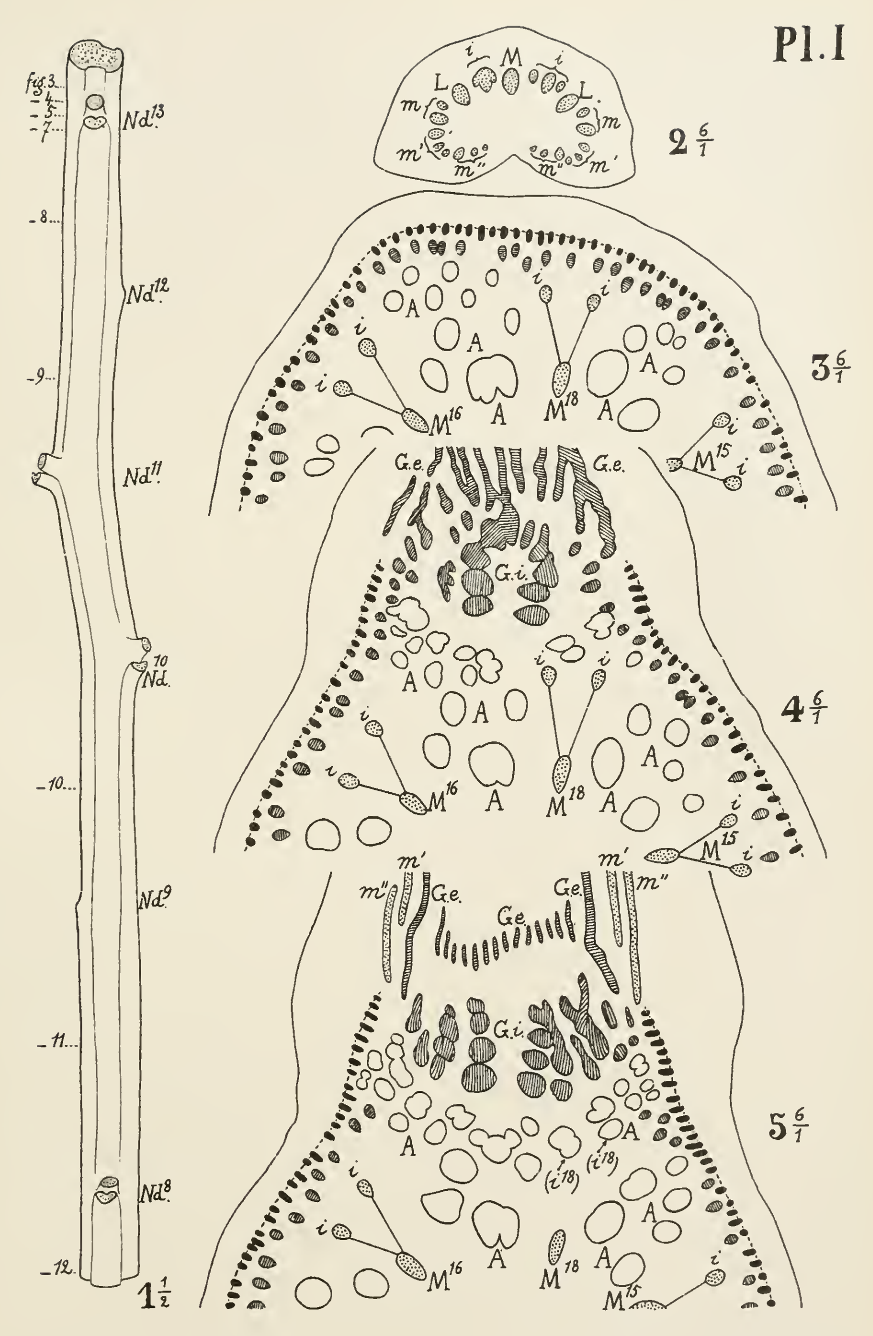
Fig. 2. — Coupe à la base du pétiole de la feuille ^{13}.

Fig. 3. — Coupe de la tige un peu au-dessus du nœud ^{13}.

Fig. 4. — Coupe dans la partie supérieure du nœud ^{13}.

Fig. 5. — Coupe dans le nœud ^{13} au niveau de l'entrée des faisceaux m'', m', m', m''.

(La description de ces coupes a été faite pp. 7 et 11.)

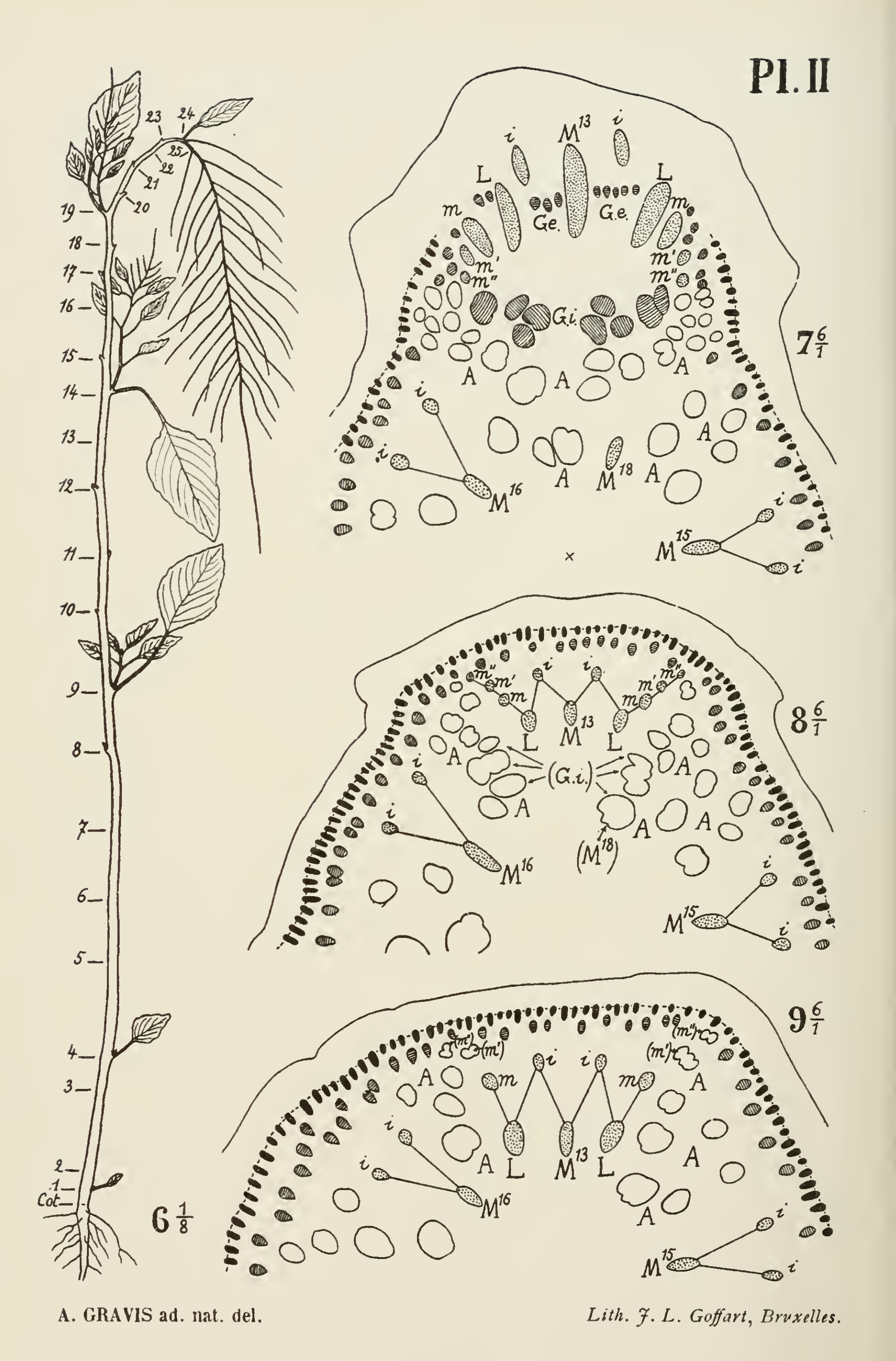


A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux (type).



A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux (type).

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Fig. 6. — Tige principale comprenant une partie végétative dressée, et une inflorescence pendante. Les 24 premiers nœuds portent chacun une feuille et un bourgeon plus ou moins développés (ils ont été figurés aux segments 1, 4, 9, 14, 19 et 24); à partir du nœud ^{25}, chaque segment porte une bractée et un rameau florifère; à partir du nœud ^{53}, chaque segment ne porte qu'une bractée et une petite cyme qui n'ont pas été figurées (p. 14).

Fig. 7. — Coupe dans le nœud ^{13} au niveau de l'entrée des faisceaux *m*, L, *i*, M, *i*, L, *m*.

Fig. 8. — Coupe au milieu de l'entre-nœud ^{13}.

Fig. 9. — Coupe au milieu de l'entre-nœud ^{12}.

(La description de ces coupes a été faite pp. 8 et 12.)

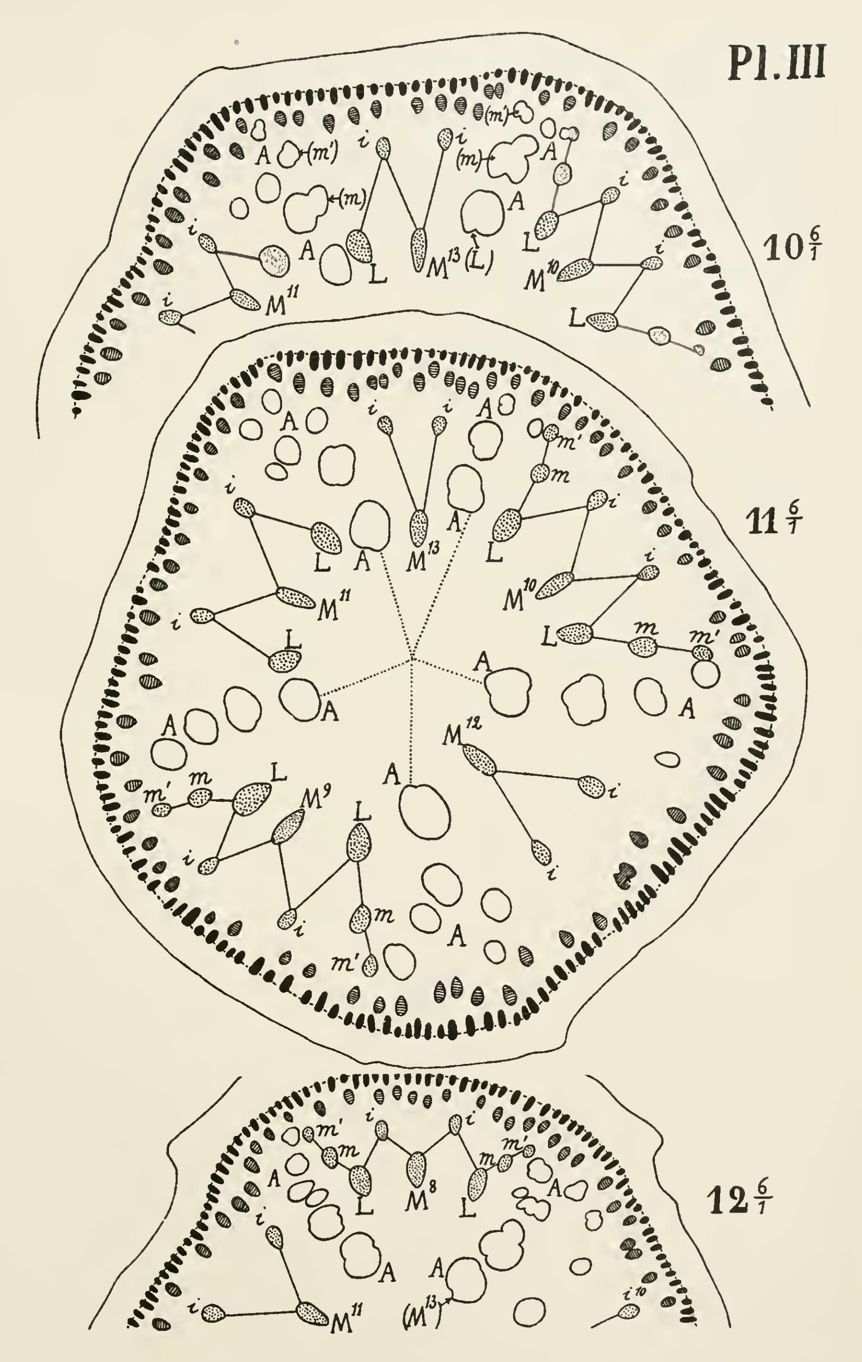
EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Fig. 10. — Coupe au milieu de l'entre-nœud ^{10}.

Fig. 11. — Coupe au milieu de l'entre-nœud ^{9}.

Fig. 12. — Coupe au milieu de l'entre-nœud ^{8}.

(La description de ces coupes a été faite pp. 8 à 11.)

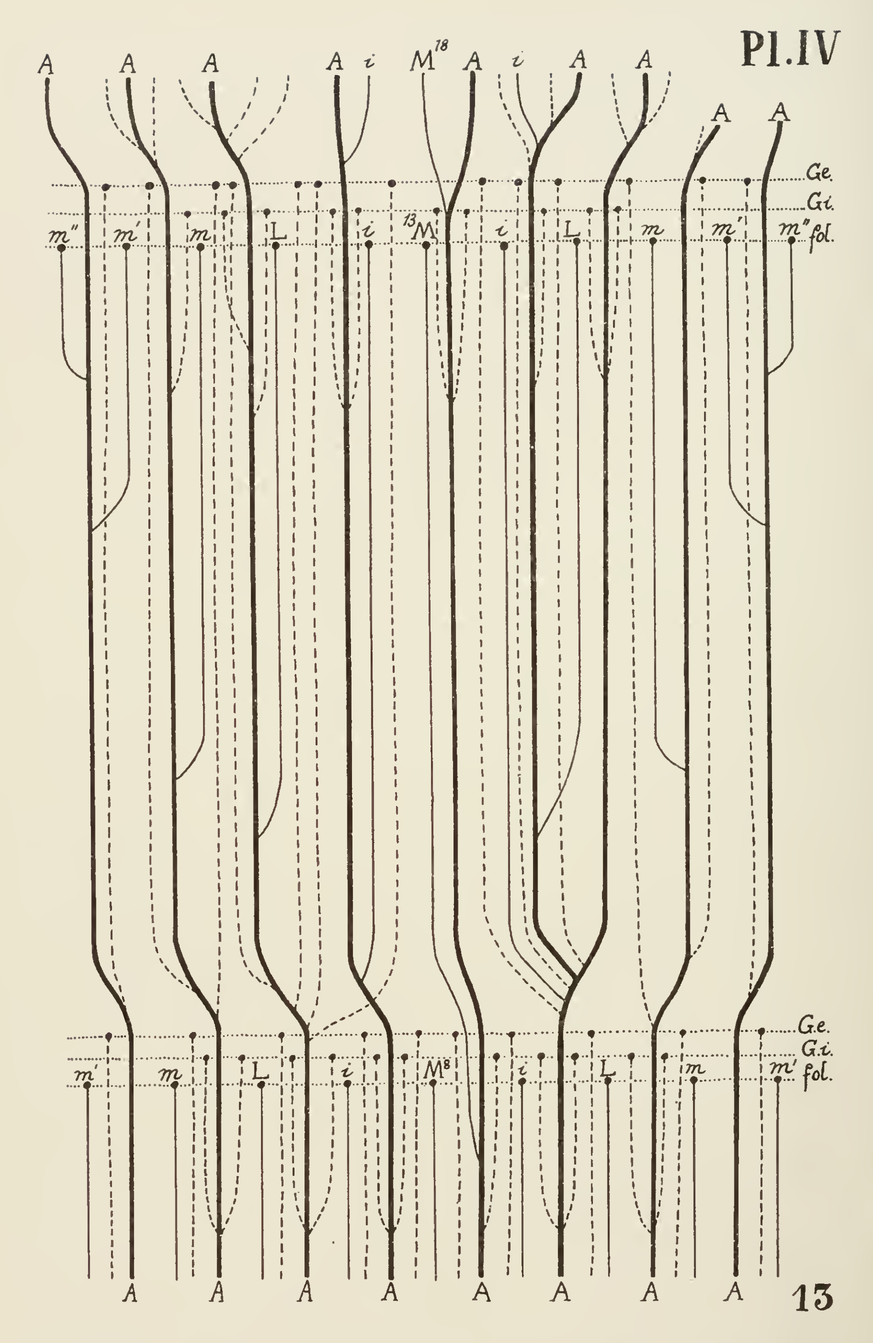


A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux (type).



A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux (type).

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

Fig. 13. — Parcours des faisceaux de la trace foliaire et de la trace gemmaire du segment [13], ainsi que des faisceaux anastomotiques voisins. Ce dessin comprend six segments superposés (segments 8 à 13), mais ne correspond qu'à l'un des cinq secteurs qui composent la tige.

(Le parcours est vu de face; il est décrit pp. 8 et 12.)

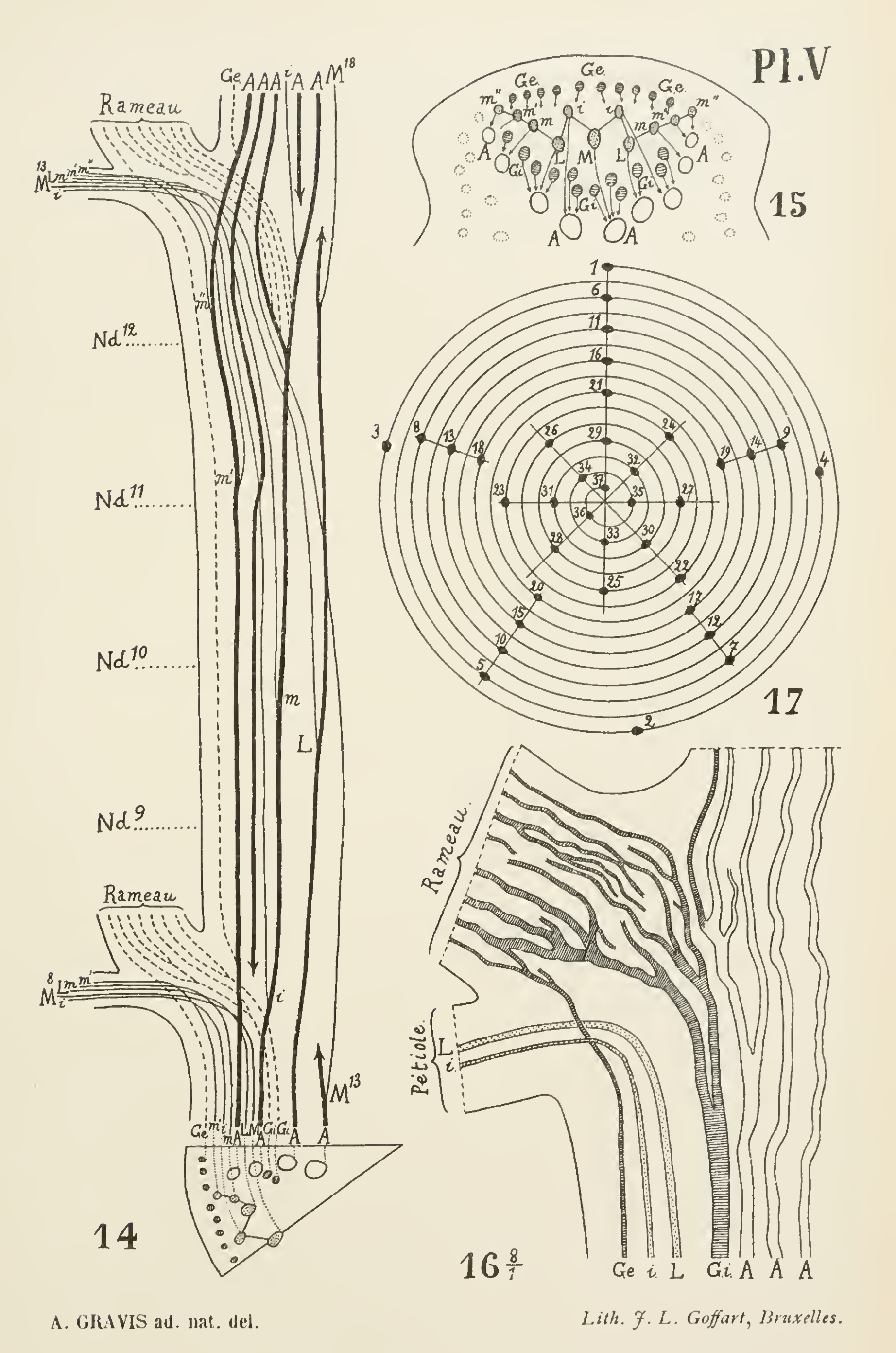
EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

Fig. 14. — Parcours des faisceaux composant la moitié droite de la trace foliaire et de la trace gemmaire du segment [13].
(Le parcours est vu de profil, pp. 9 et 12.)

Fig. 15. — Schéma d'une trace foliaire et d'une trace gemmaire avec les faisceaux anastomotiques voisins. Les flèches indiquent comment les faisceaux foliaires et les faisceaux gemmaires s'unissent aux faisceaux anastomotiques (pp. 9 et 13).

Fig. 16. — Dessin fourni par la superposition de trois coupes radiales successives dans le nœud [14] (p. 13).

Fig. 17. — Spire phyllotaxique d'une tige principale (p. 14).

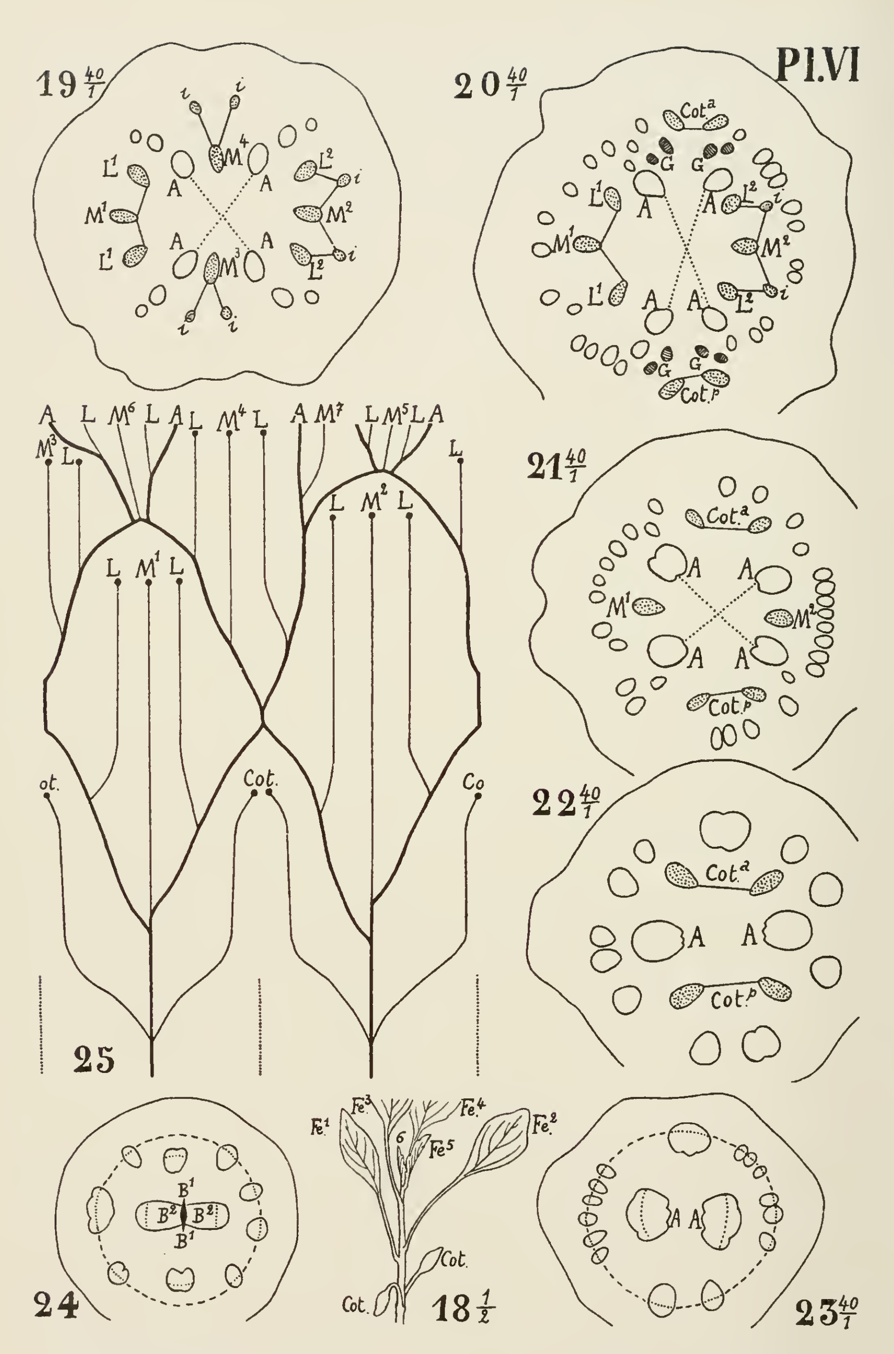


A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux (type).



A. CONSTANTINESCO ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux dans une plantule.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

Fig. 18. — Plantule qui a fourni les coupes figurées dans cette planche.

Fig. 19. — Coupe au milieu de l'entre-nœud 1.

Fig. 20. — Coupe au niveau de l'insertion des cotylédons.

Fig. 21. — Coupe dans la partie supérieure de l'hypocotyle.

Fig. 22. — Coupe au milieu de l'hypocotyle.

Fig. 23. — Coupe dans la partie inférieure de l'hypocotyle.

Fig. 24. — Coupe dans la racine principale.

(Ces coupes sont décrites pp. 15 et 16.)

Fig. 25. — Parcours des faisceaux principaux dans l'hypocotyle et la tige principale de la plantule (p. 16).

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII.

Fig. 26. — Coupe à la base du pétiole de l'un des cotylédons (p. 17).

Fig. 27. — Id. de la feuille [1] (p. 17).

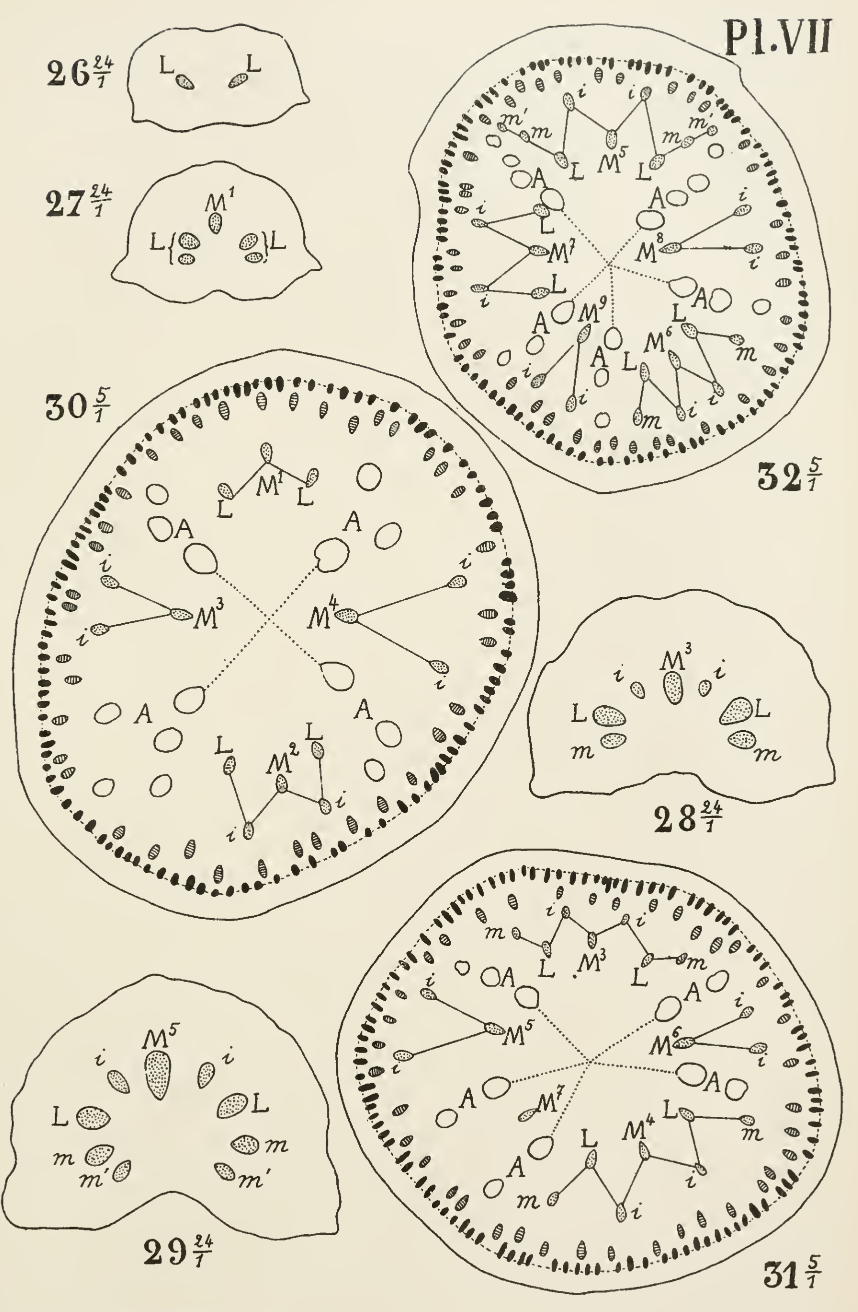
Fig. 28. — Id. de la feuille [3] (p. 17).

Fig. 29. — Id. de la feuille [5] (p. 17).

Fig. 30. — Coupe de la tige au milieu de l'entre-nœud [1] (p. 18).

Fig. 31. — Id. id. de l'entre-nœud [3] (p. 18).

Fig. 32. — Id. id. de l'entre-nœud [5] (p. 18).

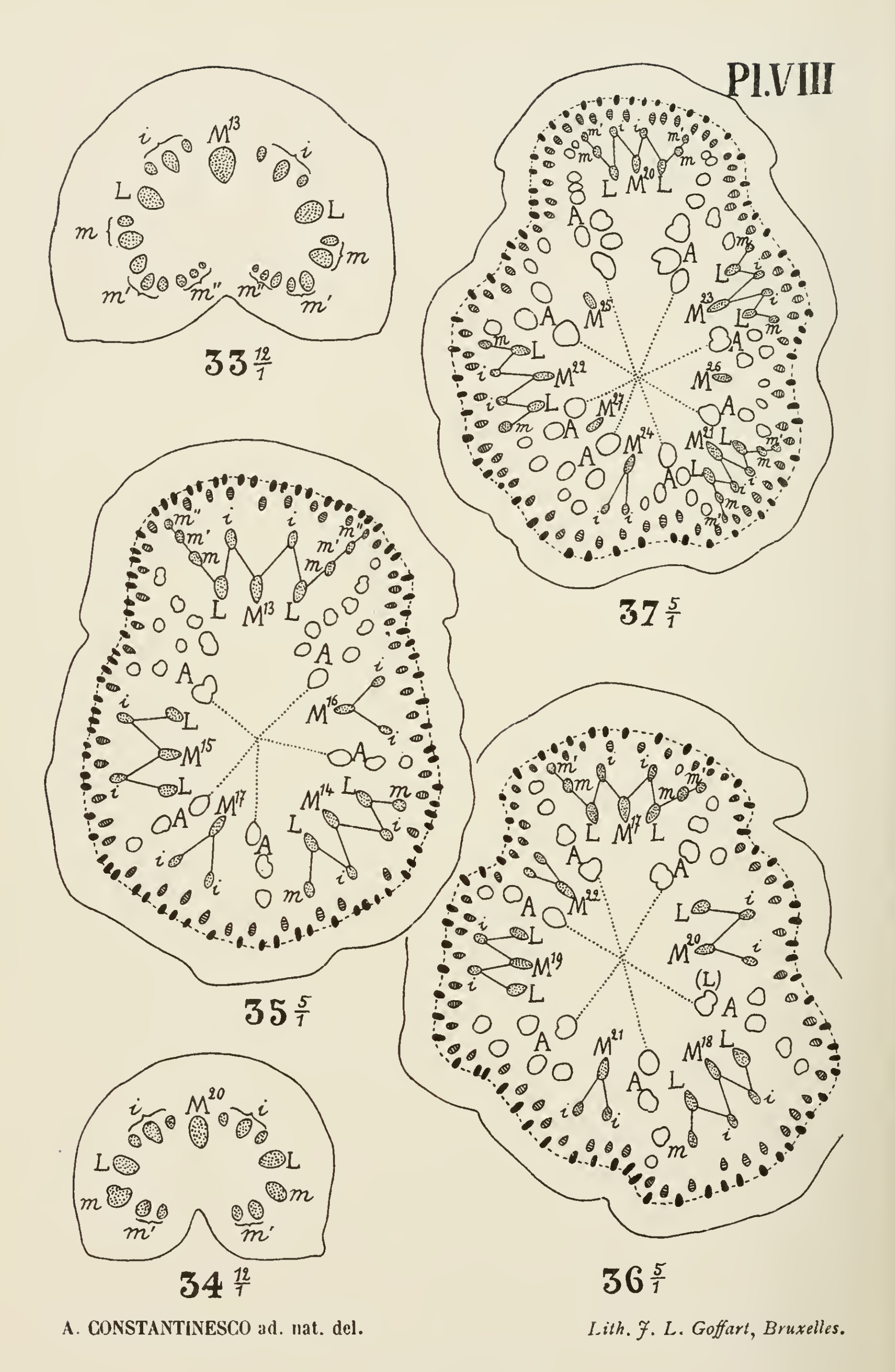


A. CONSTANTINESCO ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux dans la tige adulte.



AMARANTUS.

Parcours des faisceaux dans la tige adulte.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII.

Fig. 33. — Coupe à la base du pétiole de la feuille ^{13} (p. 17).

Fig. 34. — Id. id. de la feuille ^{20} (p. 17).

Fig. 35. — Coupe de la tige au milieu de l'entre-nœud ^{13} (p. 19).

Fig. 36. — Id. id. de l'entre-nœud ^{17} (p. 19).

Fig. 37. — Id. id. de l'entre-nœud ^{20} (p. 19).

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX.

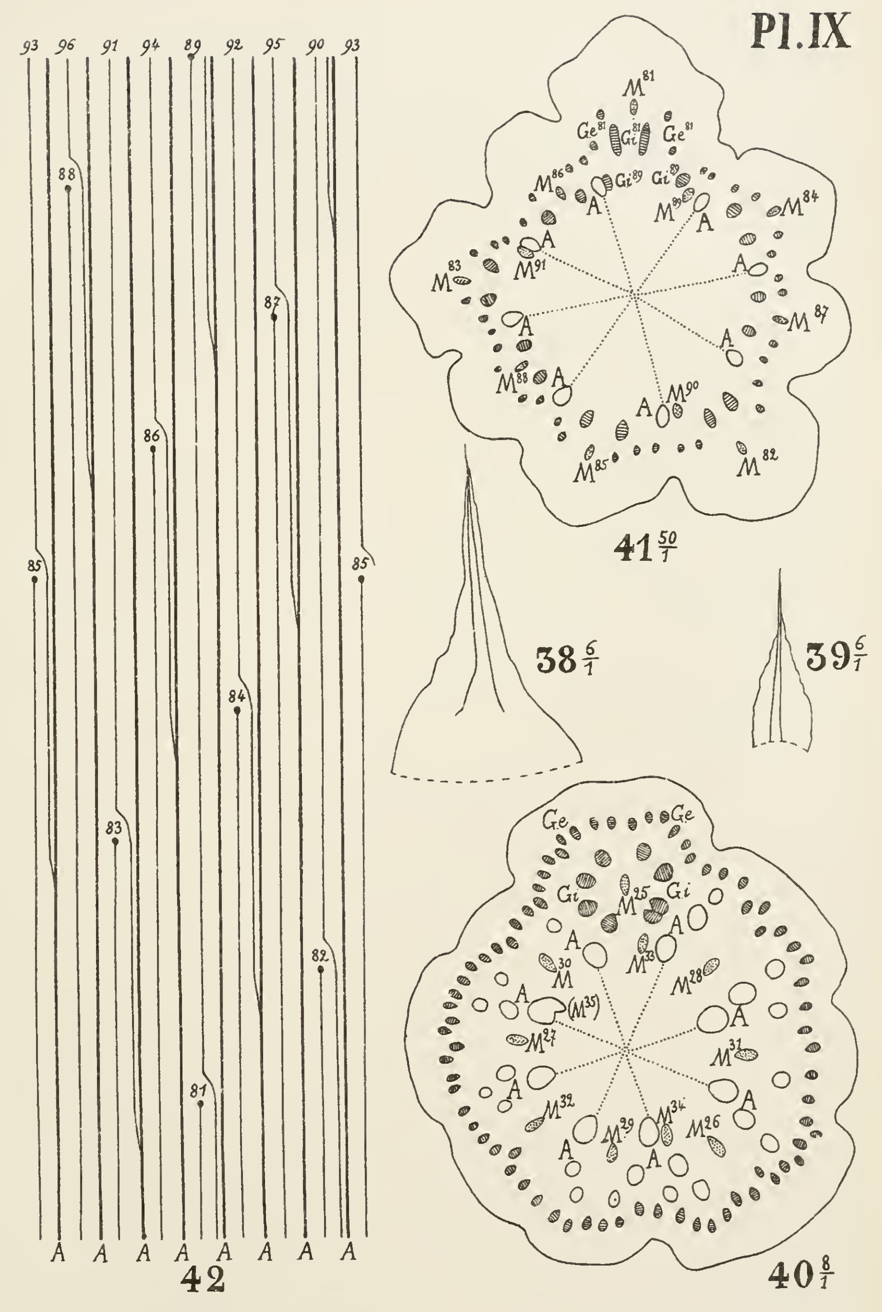
Fig. 38. — Première bractée de l'inflorescence (au nœud [25]) (p. 14).

Fig. 39. — Bractée de la partie spiciforme de l'inflorescence (p. 14).

Fig. 40. — Coupe de la tige au milieu de l'entre-nœud [25] (pp. 21 et 22).

Fig. 41. — Id. id. de l'entre-nœud [81] (pp. 21 et 22).

Fig. 42. — Parcours des faisceaux foliaires et des faisceaux anastomotiques dans les segments 81 à 89 (pp. 21 et 22).

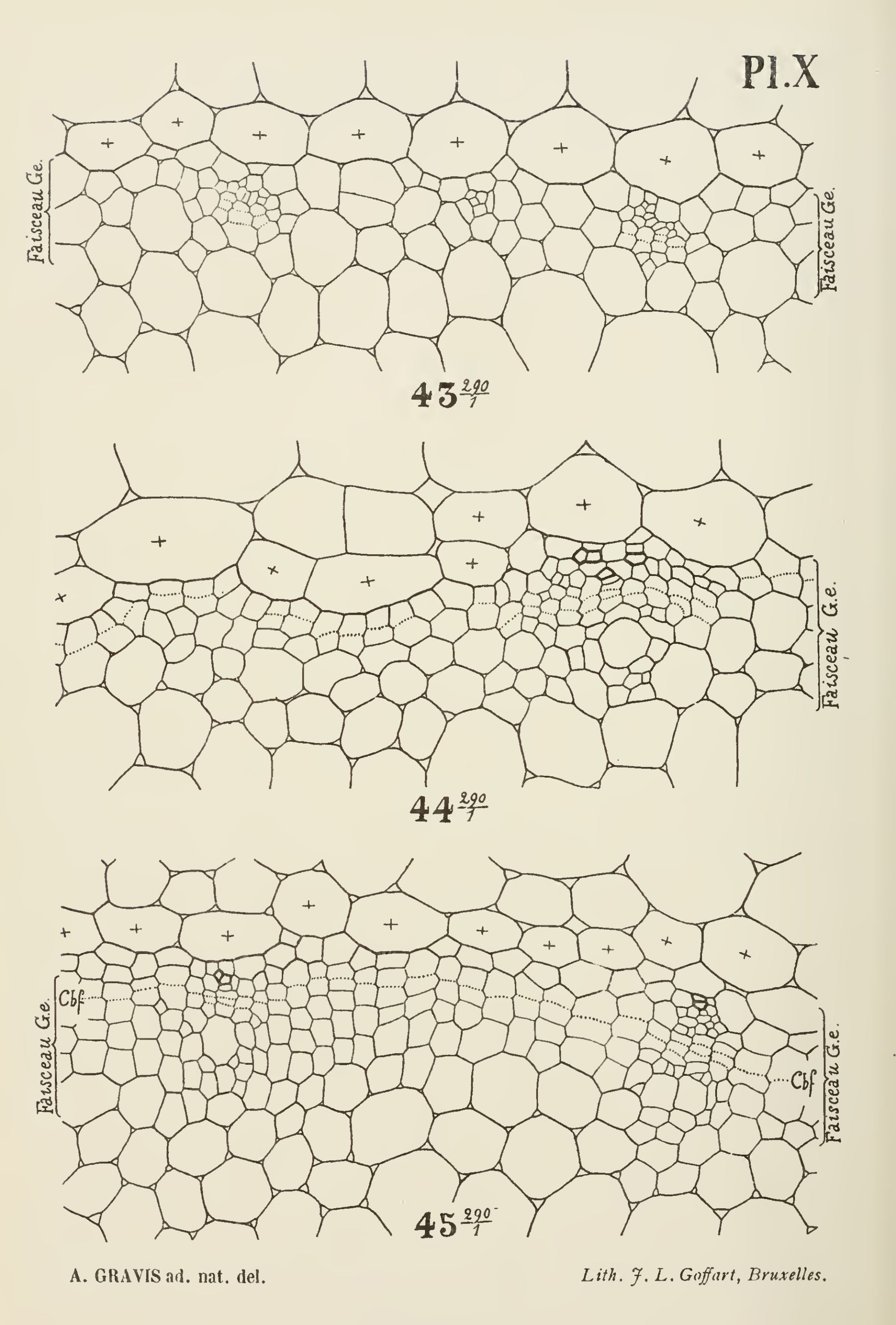


A. CONSTANTINESCO ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux dans la tige adulte.



A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Accroissement secondaire de la tige.

EXPLICATION DE LA PLANCHE X.

Les figures 43 à 49 représentent des portions de coupes transversales pratiquées au milieu de l'entre-nœud [1] de tiges principales de plus en plus âgées.

FIG. 43. — Différenciation des faisceaux gemmaires externes (p. 25).

FIG. 44. — Premier recloisonnement tangentiel des cellules sous-phlœotermiques (p. 25).

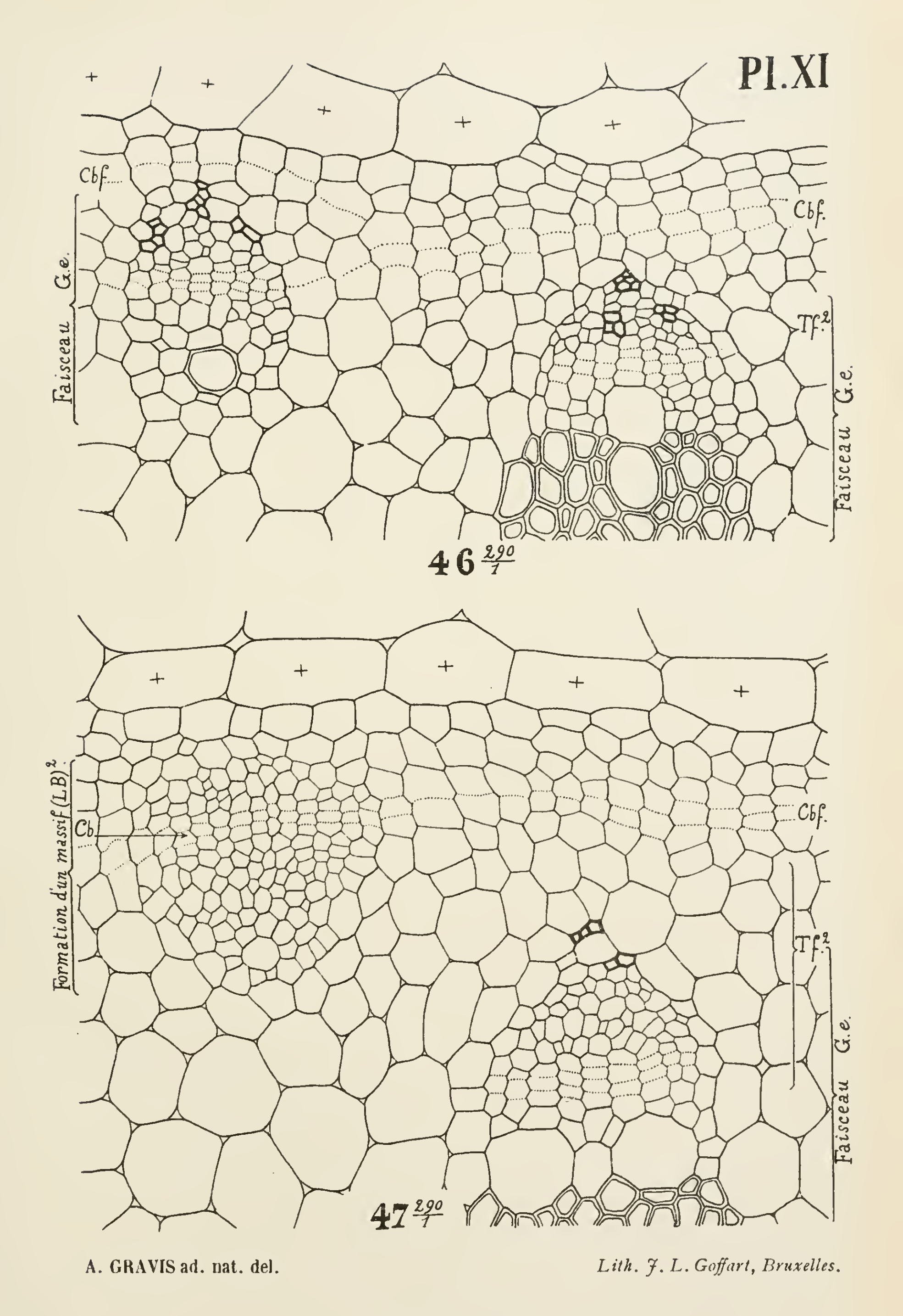
FIG. 45. — Recloisonnements répétés dans les mêmes cellules (p. 25).

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI.

Suite de la série précédente (voir explication de la planche X).

Fig. 46. — Recloisonnements tangentiels des cellules situées entre le liber des faisceaux gemmaires externes et le phlœoterme (p. 25).

Fig. 47. — Apparition d'un arc cambial dans la zone cambiforme (p. 26).

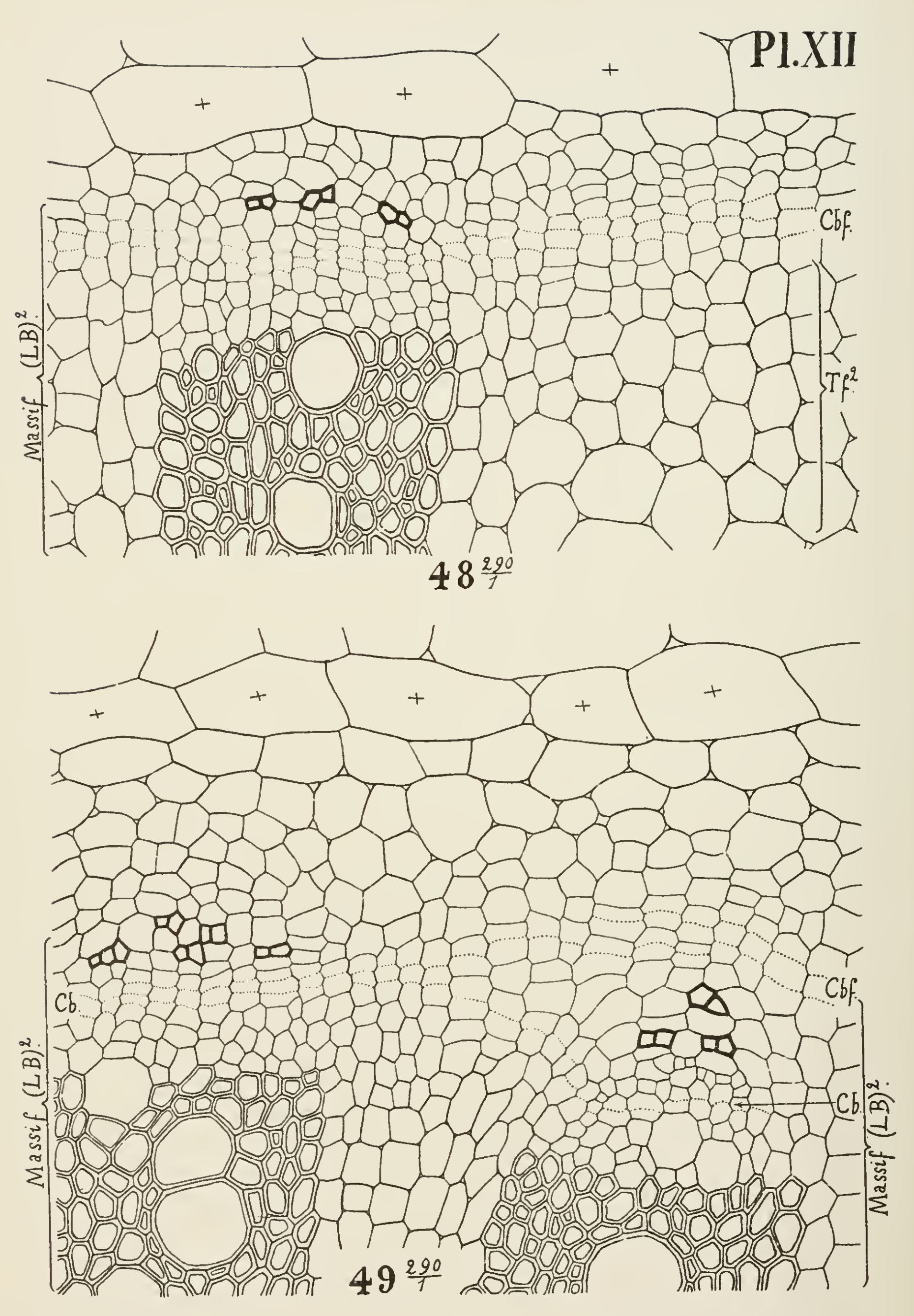


A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Accroissement secondaire de la tige.



A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Accroissement secondaire de la tige.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

Suite de la série précédente (voir explication des planches X et XI.)

Fig. 48. — L'arc cambial a produit un massif libéro-ligueux secondaire (p. 26).

Fig. 49. — Des recloisonnements cambiformes se manifestent en dehors du massif libéro-ligneux secondaire du côté droit (saut de la zone génératrice) (p. 26).

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

Les figures 50, 51 et 52 représentent des portions rigoureusement comparables de l'entrenœud [1] de trois tiges principales d'âge différent.

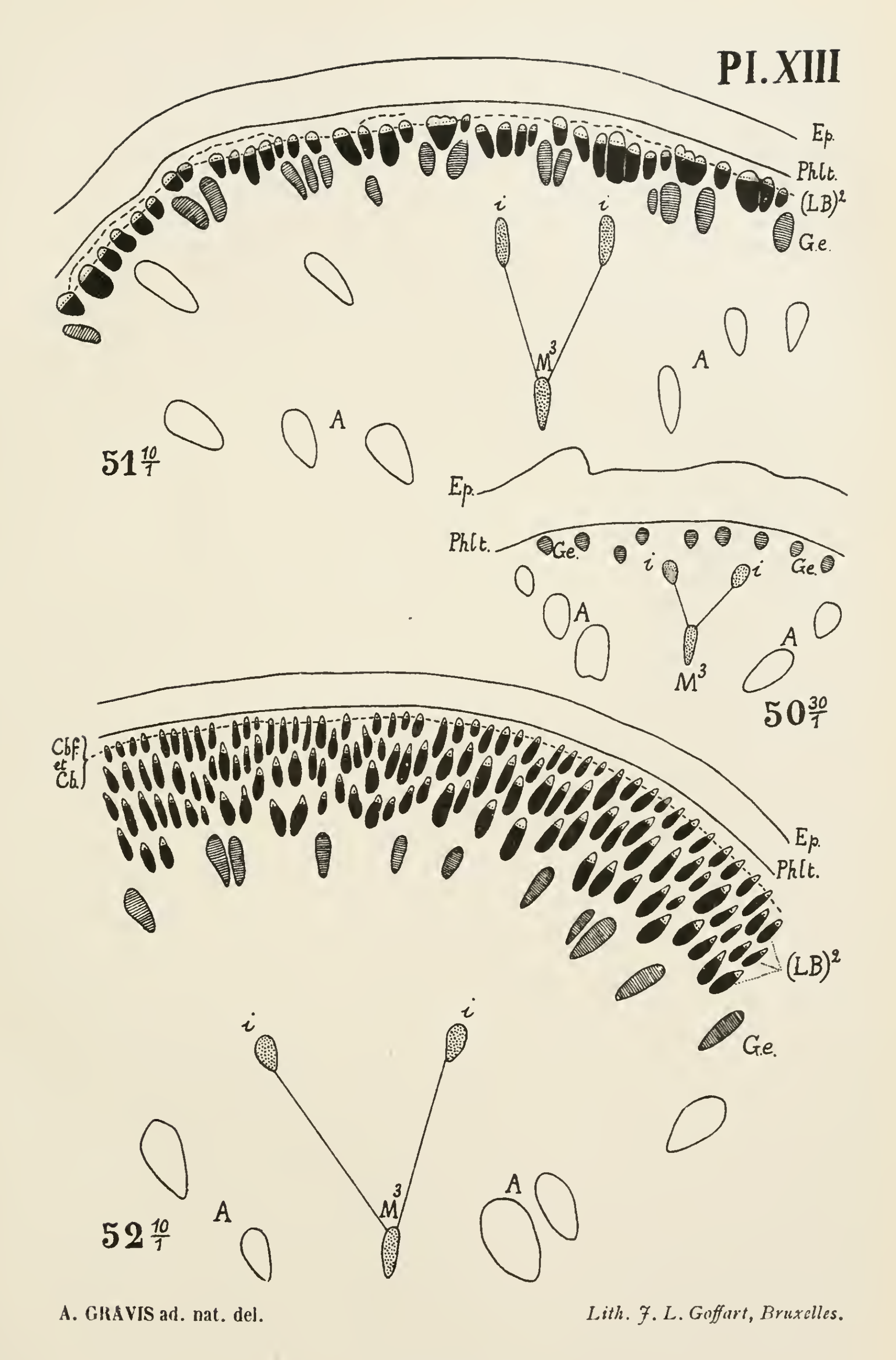
Fig. 50. — Avant l'apparition du cambiforme dans une jeune tige.

Fig. 51. — Pendant le fonctionnement de la zone génératrice dans une tige presque adulte.

Fig. 52. — Pendant le fonctionnement de la zone génératrice dans une tige vieille.

(La description de ces coupes a été faite pp. 27 et 28.)

La zone cambiforme (C*bf*) est indiquée par un trait interrompu; les arcs cambiaux (C*b*) sont représentés en pointillés.

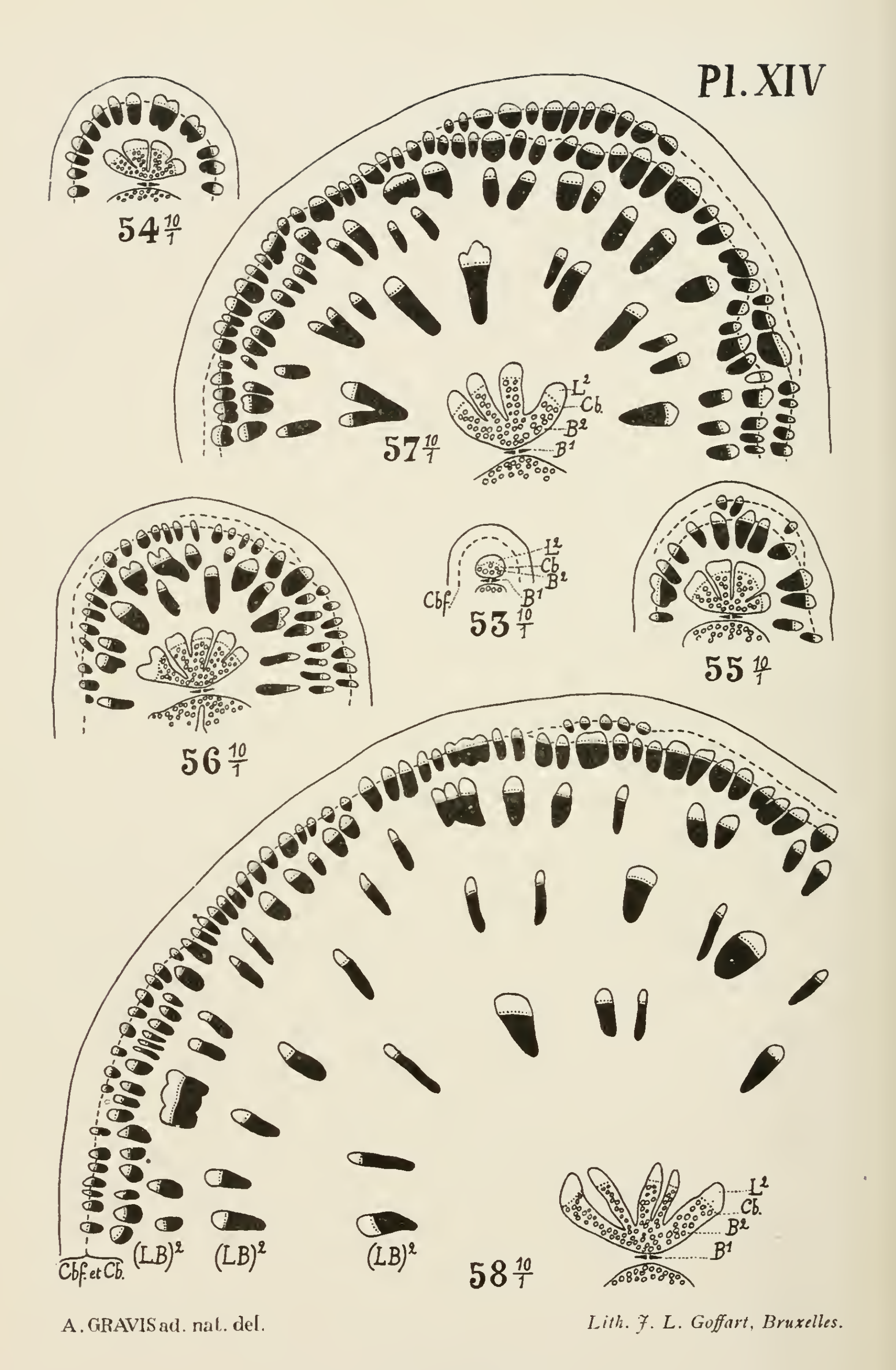


A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Accroissement secondaire de la tige.



A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Accroissement secondaire de la racine.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV.

Les figures 53 à 58 représentent six niveaux échelonnés dans une vieille racine principale, pivotante et conique.

Fig. 53. — Correspond à la partie grêle, jeune encore, de cette racine.

Fig. 58. — Correspond à la partie la plus renflée et la plus âgée.

(La description de ces coupes a été faite p. 28.)

B^1 désigne les deux massifs ligneux primaires;

B^2 et L^2, le bois et le liber secondaires normaux ;

Cbf, le cambiforme; *Cb*, les arcs cambiaux;

$(LB)^2$, les massifs libéro-ligneux secondaires.

TABLE DES MATIÈRES

A PROPOS

DE

LA GENÈSE DES TISSUS DE LA FEUILLE

PAR

A. GRAVIS

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE.

A PROPOS

DE

LA GENÈSE DES TISSUS DE LA FEUILLE

La *Revue générale de Botanique* [1] vient de terminer l'impression d'un mémoire de M. Léon Flot, intitulé : *Recherches sur la naissance des feuilles et sur l'origine foliaire de la tige.* Cette publication, commencée en novembre 1905 [2], contient le développement d'idées sommairement exposées dans deux notes insérées dans les *Comptes rendus de l'Académie de Paris* [3].

Dans son Introduction, l'auteur fait remarquer que nous manquons à peu près totalement de données précises sur l'origine et sur le mode initial de différenciation des feuilles. Dans l'exposé historique, il rappelle que l'opinion couramment admise par les botanistes jusqu'en 1890, est que tous les tissus formant les organes foliaires tirent leur origine du périblème de la tige, c'est-à-dire des cellules corticales. Dans ses recherches sur le point végétatif des Phanérogames en 1890 et 1891, Douliot soutint « que le nombre des initiales de la feuille concorde toujours avec le nombre d'initiales de la tige. Lorsqu'il y a trois histogènes, c'est-à-dire lorsque tous les tissus de la tige proviennent

(1) Tome XIX, N° 220.

(2) Tome XVII, N° 203.

(3) Tome CXXXI, 31 décembre 1900, et tome CXXXVI, 23 mars 1903.

de trois assises initiales, l'épiderme de la feuille continue celui de la tige, le parenchyme foliaire provient de la seconde assise initiale et le tissu vasculaire de la feuille naît de la troisième assise ([1]) ». M. E. Bonnier aussi a reconnu, mais en 1900 seulement, la présence d'un méristème vasculaire enveloppé d'un méristème cortical et d'un épiderme, dans les jeunes feuilles de plusieurs espèces de plantes.

Par l'étude détaillée d'un certain nombre de feuilles coupées longitudinalement aux stades les plus jeunes de leur formation, M. L. Flot a pu démontrer que la structure foliaire définitive s'édifie par le moyen de trois méristèmes bien distincts, savoir :

1° « Le méristème épidermique », qui devient l'épiderme;

2° « Le méristème cortical », qui donne naissance au « tissu cortical supérieur » et au « tissu cortical inférieur »; celui-ci comprenant une « zone interne » et une « zone externe » ;

3° « Le méristème vasculaire », qui produit les « faisceaux libéro-ligneux des nervures » et la « moelle foliaire ».

La première ébauche foliaire est une émergence dans laquelle « le méristème vasculaire forme une lame moyenne, recouverte en dessus et en dessous d'une assise corticale et d'une assise épidermique. Dans cette lame se développent des groupes vasculaires dont les ramifications forment les *nervures* de la feuille. Les tissus provenant de la partie du méristème vasculaire qui n'a pas formé les nervures, joints aux tissus provenant du méristème cortical, constituent le *parenchyme foliaire* ([2]).

« Une parfaite continuité existe, dès l'origine, entre les tissus homologues de la feuille, du bourgeon axillaire et de la tige proprement dite. »

Me restreignant à ces quelques points relatifs à la genèse des tissus de la feuille, je suis heureux de partager complètement les idées développées par M. L. Flot. Je le suis d'autant plus que ses observations corroborent pleinement celles que j'ai eu l'oc-

---

([1]) *Revue générale de botanique*, N° 220, p. 187.

([2]) *Ibidem.*

casion de faire, il y a longtemps déjà, sur le *Tradescantia virginica* [1].

Dans les conclusions de mon mémoire, on peut lire ce qui suit, à la page 254 :

« 29. La coupe longitudinale d'une feuille naissante montre » trois histogènes superposés : le premier, superficiel, produit » les deux épidermes; le deuxième, recourbé, engendre le » mésophylle interne et le mésophylle externe; le troisième, » central, donne naissance au mésophylle moyen et aux ner- » vures. Ces trois histogènes de la feuille correspondent aux » trois premiers histogènes de la tige. L'assise moyenne du » mésophylle, si reconnaissable à l'état jeune, se confond avec le » reste du parenchyme chlorophyllien, à l'état adulte.

» 30. Le développement du parenchyme foliaire ne se fait » donc pas au moyen d'une zone génératrice située à la face » supérieure ou interne de la feuille, comme M. Cave l'a décrit. » Les feuilles dégradées ne possèdent peut-être que deux » initiales chez quelques plantes aquatiques observées par » M. Haberland, voire même une seule dans certaines bractées » étudiées par M. Warming; mais on ne peut affirmer, avec » M. Van Tieghem, que chez les autres Phanérogames le » groupe des cellules initiales comprend un certain nombre de » cellules épidermiques et un certain nombre de cellules corti- » cales sans intervention du cylindre central. Les résultats » obtenus dans le *T. virginica* confirment, au contraire, des vues » théoriques émises par M. Strasburger, et aussi les observations » de M. Douliot sur le *T. Martensii.* »

Le détail de mes observations est exposé à la page 153; l'historique de la question est fait à la page 166; un résumé, enfin, est donné à la page 241. Le simple examen des figures est déjà bien démonstratif.

---

(1) Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica* L., dans les *Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers*, publiés par l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique, tome LVII, 1898.

Les coupes longitudinales, pratiquées dans les gros bourgeons du rhizome, montrent très clairement, en effet, l'existence de trois histogènes dans les jeunes feuilles et leur continuité parfaite avec les histogènes de la tige (fig. 176 et 177). La même chose peut s'observer au moment de la formation des premières feuilles d'une plantule provenant de semis (fig. 191 et 193). Dans mes dessins, les trois histogènes sont partout désignés par les chiffres 1, 2, 3 [1].

Les coupes transversales, faites au cours du développement des feuilles, démontrent que le premier histogène produit l'épiderme aux deux faces; le deuxième histogène donne naissance au mésophylle externe et au mésophylle interne; le troisième engendre les faisceaux et le mésophylle moyen (fig. 215, 216, 217, feuille insérée sur une tige primaire; fig. 219 et 220, feuille [1] d'une plantule).

A l'état adulte, la différenciation du parenchyme chlorophyllien et du parenchyme aquifère a fait disparaître la distinction si nette au début des trois mésophylles (fig. 222, 231 et 233).

Nous nous sommes servis, M. L. Flot et moi, d'une terminologie différente, mais il est facile d'établir les synonymies de la façon suivante :

1. Méristème épid. —	Épiderme supér.		= Épiderme int.	— 1er histogène	Méristème foliaire.
2. Méristème cort. —	Tissu cort. supér.		= Mésophylle int.	— 2me histogène	
3. Méristème vascul. —	Moelle foliaire . . . . Bois . . . . . Liber . . . . Péricycle foliaire. . . .		= Faisc. et mésoph. moyen	— 3me histogène	
2. Méristème cort. —	T. cort. infér.	Z. cort. int. Z. cort ext.	= Mésophylle ext.	— 2me histogène	
1. Méristème épid. —	Épiderme infér.		= Épiderme ext.	— 1er histogène	

On ne perdra pas de vue non plus que, dans mes dessins, la

---

[1] Une erreur, facile à constater et à corriger, s'est glissée dans la figure 177 : le trait de force a été mal placé dans la feuille [10] du côté droit. L'histogène n° 3 remonte en réalité plus haut, comme on le voit nettement dans la figure 176.

coupe d'une feuille est toujours orientée par rapport à la tige dont elle dépend, cette tige étant supposée au bas de la planche: la figure 180 peut servir d'exemple. Le qualificatif *interne* désigne ce qui est plus rapproché *du centre* de la tige; le qualificatif *externe* s'applique à ce qui en est plus éloigné. Dans une figure quelconque (section de feuille comme section de tige), le tissu interne sera donc le plus rapproché du lecteur (c'est-à-dire le plus rapproché du bas de la planche), le tissu externe en sera le plus éloigné. Il s'ensuit que dans le cas d'une coupe transversale de limbe foliaire, l'épiderme, qui à l'état adulte regarde vers le ciel, se trouve tourné en bas de la figure. C'est là une conséquence qui n'a rien de choquant si on suppose le lecteur regardant la planche placée *horizontalement* devant lui.

De la comparaison des textes et des figures, on déduira certainement que, dès 1898, j'avais reconnu le véritable mode de genèse de la feuille du *Tradescantia*, contrairement aux idées alors régnantes. La conception de trois tissus générateurs dans les feuilles naissantes n'était donc plus nouvelle en 1900, et on ne peut considérer comme une prise de date les notes présentées à cette époque par MM. G. Bonnier et L. Flot à l'Académie de Paris. On pensera sans doute que M. L. Flot, qui a rappelé dans son Historique les observations de Douliot, aurait pu également citer les miennes et celles de mes élèves [1]. Peut-être s'est-il borné à consulter la « Revue des travaux d'Anatomie » que publie de temps à autre la *Revue Générale de Botanique* à laquelle il collabore.

Jusqu'ici, en effet, la *Revue* n'a pas fait la moindre mention

---

(1) Plusieurs travaux d'anatomie publiés dans les *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége* mentionnent également la formation des nervures dans l'épaisseur de l'assise moyenne du mésophylle primitif : M. R. Sterckx l'a constaté dans les feuilles de diverses *Clematis* (vol. I, p. 32, fig. 85 et 98); M. H. Micheels a fait la même observation dans les feuilles du *Carludovica plicata* (vol. II, p. 25, fig. 25, 29); M. H. Lonay a retrouvé ce fait dans la paroi de l'ovaire de diverses Renonculacées, notamment du *Ranunculus arvensis* (vol. III, p. 15, fig. 8, 10, etc.).

des résultats obtenus par mes recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica.* Les occasions cependant n'ont pas manqué, ma monographie ayant rencontré presque toutes les questions que peut soulever l'organisation d'une plante : « Partant de l'ovule, j'ai décrit la formation et la structure définitive du spermoderme, de l'albumen et de l'embryon » dans la graine; puis l'hypocotyle et le cotylédon pendant la » germination et le développement de la plantule; les catégories » de faisceaux, leur nombre, leur parcours dans les tiges et les » feuilles adultes, ainsi que dans les sommets végétatifs; l'histologie et l'histogenèse des tiges, des feuilles et des racines; la » phyllotaxie, l'insertion des bourgeons et la production des » racines adventives dans leurs rapports avec la structure dorsiventrale; enfin les inflorescences et leur mode de ramification. Cet ensemble m'a permis d'entreprendre une discussion » complète du type Commeliné comparé à celui des autres » Monocotylées. J'ai, en outre, été amené à m'occuper du rôle » du spermoderme; de la résistance des graines à la germination; de la végétation des plantules dans l'eau et de la courbure du cotylédon; du rôle de la lacune ligneuse; de la » fonction aquifère du parenchyme interfasciculaire, de l'épiderme et de l'hypoderme; de l'effet utile du mucilage; de la » turgescence des cellules, du mécanisme de l'ouverture et de » la fermeture des stomates [1] ».

Parmi les questions que soulèvent les recherches de M. L. Flot sur la naissance des feuilles, il y en a qui ne me semblent pas suffisamment élucidées : je citerai la question de la moelle foliaire. Je n'en parlerai pas ici, préférant signaler les points sur lesquels les anatomistes peuvent s'entendre et ne pas insister sur ceux qui les divisent encore.

---

(1) *Loc. cit.*, Introduction, p. 7.



L'ENSEIGNEMENT

DE

LA BOTANIQUE

PAR

A. GRAVIS

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE.

L'ENSEIGNEMENT DE LA BOTANIQUE

L'Enseignement, à tous les degrés, subit une lente évolution. L'intérêt qui s'attache à ce sujet justifiera sans doute l'insertion, dans ces *Archives*, de quelques notes écrites depuis plusieurs années déjà. Elles se rattachent d'ailleurs à une question qui est actuellement à l'ordre du jour dans notre pays : celle des réformes à introduire dans les programmes de l'Enseignement moyen.

I. — ENSEIGNEMENT DE LA BOTANIQUE DU DEGRÉ PRIMAIRE ET DU DEGRÉ MOYEN.

A la demande de l'Administration communale de la Ville de Liége, quelques professeurs de l'Université font, chaque année, des conférences et des cours publics sur des sujets scientifiques, historiques ou littéraires. Les conférences sont des causeries sur un sujet restreint : elles ont pour but d'intéresser le public à une question spéciale, d'ouvrir des horizons en faisant entrevoir des idées peu répandues encore. Les cours sont des séries de leçons sur un même sujet dont la connaissance présente soit une utilité évidente, soit un intérêt purement spéculatif. Dans un cours, on se propose d'enseigner réellement, c'est-à-dire de répandre des notions exactes en suivant les méthodes d'intuition et de démonstration qui sont l'apanage de la pédagogie moderne.

Dans l'introduction du cours de botanique en 1900, j'ai eu l'occasion de développer quelques considérations que je reproduirai ici :

« Certaines sciences se prêtent mieux que d'autres à un » enseignement public. Il ne faut pas se dissimuler, en effet, que

» l'étude des choses scientifiques suppose souvent des connais-
» sances préliminaires que tout le monde ne possède pas; cette
» étude nécessite fréquemment aussi l'emploi d'instruments
» délicats et de procédés d'investigation qui, eux-mêmes, exigent
» une initiation préalable. On ne peut songer à entreprendre
» tout cela dans un cours qui ne comprend qu'un petit nombre
» de leçons et pour lequel toutes les ressources d'un laboratoire
» ne peuvent être mises en œuvre.

» Depuis longtemps, la Botanique passe pour être la Science
» dont la vulgarisation est la plus aisée. N'a-t-elle pas été sou-
» vent nommée « l'aimable Science »? Et cependant, de nos
» jours, la Botanique est devenue une science si vaste qu'aucun
» savant ne peut se vanter d'en connaître à fond toutes les parties.
» Certaines branches de la Botanique, comme l'anatomie des
» plantes, ne peuvent s'étudier et par conséquent s'enseigner sans
» l'usage du microscope. D'autres, comme la physiologie végé-
» tale, réclament des connaissances très sérieuses en physique
» et en chimie. Pour le moment du moins, je crois devoir
» délaisser ces parties de la Botanique.

» Heureusement, il en est d'autres qui jouissent du précieux
» privilège de pouvoir être étudiées aisément par tout le monde.
» Je fais allusion à la connaissance des plantes que l'on peut
» observer à l'œil nu.

» Que faut-il entendre par la connaissance des plantes?
» Connaître les plantes, ce n'est pas savoir appliquer à chaque
» espèce les deux mots latins qui constituent son nom scienti-
» fique; ce n'est pas se borner à écraser des échantillons entre
» des feuilles de papier pour les faire sécher; ce n'est pas non
» plus posséder une érudition acquise au prix d'un long travail
» de compilation dans des livres fort coûteux et fort savants.

» Pour connaître les plantes, il faut les regarder souvent,
» attentivement, et chercher à comprendre leur organisation en
» les disséquant; il faut les cultiver ou les recueillir dans les
» champs; il faut les voir germer, développer leurs organes
» végétatifs, puis fleurir et fructifier; il faut encore s'enquérir
» des lieux qu'elles habitent de préférence et de leurs rapports

» avec le milieu ambiant, avec les animaux, notamment avec les
» insectes ; il faut enfin constater leurs moyens de propagation
» et de reproduction. Connues en elles-mêmes, les diverses
» espèces devront aussi être comparées entre elles et classées
» méthodiquement.

» Toutes les connaissances ainsi acquises sont celles que l'on
» désigne ordinairement sous les noms d'*organographie*, de
» *biologie végétale* (éthologie) et de *Botanique systématique.*

» Que de fois j'ai entendu des personnes instruites se plain-
» dre de ne pas connaître les plantes! Ces personnes, cependant,
» possèdent des ouvrages de Botanique, elles cultivent un
» jardin, parfois même des serres. Que leur manque-t-il donc,
» puisque la bonne volonté ne fait pas défaut et que les maté-
» riaux d'études abondent autour d'elles? Ce qui manque, c'est
» la *méthode scientifique,* méthode qui consiste en ceci : obser-
» ver, comparer, exprimer ce qu'on a vu et compris.

» Remarquons-le tout de suite, les livres ne peuvent donner
» la méthode. C'est à l'enseignement que cette tâche incombe.
» Or, il faut bien le reconnaître, l'enseignement élémentaire de
» la Botanique reste généralement stérile parce qu'il prend pour
» guides des livres calqués sur ceux de Linné.

» Linné a été un grand savant et un réformateur de la
» Science botanique. Mais il a écrit pour des botanistes, et ses
» ouvrages ne sont pas des ouvrages de pédagogie. L'objectif
» de Linné était de mettre les botanistes à même de bien
» décrire et de bien nommer les plantes [1]. Tel n'est pas et ne
» peut pas être l'objectif d'un enseignement élémentaire.

» Le vice de cet enseignement (et ce vice provient des pro-
» grammes bien plus que du personnel enseignant) est de
» procéder par *définitions* et *généralités.* On impose aux débu-
» tants des nomenclatures fastidieuses et des classifications com-

---

[1] La classification telle que nous l'entendons aujourd'hui, la biologie, l'anatomie et la physiologie n'occupent dans l'œuvre de Linné qu'une place tout à fait accessoire : elles y sont représentées par des notions très incomplètes, souvent même erronées.

» pliquées, alors qu'il faudrait apprendre aux jeunes gens à voir
» et à raisonner sur ce qu'ils ont vu. Dans un enseignement
» élémentaire, il convient de partir de cas particuliers convena-
» blement choisis, de les bien faire comprendre, puis de se
» livrer à des comparaisons qui permettent des généralisations
» sagement graduées. Tel n'est pas l'ordre à suivre dans la
» rédaction d'un livre destiné à être consulté : là tout doit être
» logiquement coordonné, défini, classé. Par le fait des pro-
» grammes, une leçon de science n'est, généralement, qu'un
» chapitre détaché du livre, alors qu'une leçon devrait donner
» précisément ce que le livre ne peut donner. Je le sais, une
» réforme tend à se produire, mais hélas! elle est bien lente et
» bien lointaine encore.

» Un autre défaut qui résulte de l'emploi servile du livre,
» c'est l'abus des termes techniques. Les botanistes ont créé des
» termes, tirés du grec et du latin, pour désigner les nombreuses
» manières d'être des organes végétaux. Ces termes sont utiles
» en ce qu'ils désignent par un seul mot ce qui devrait être
» exprimé par une phrase. Mais tous ces termes ne sont pas
» nécessaires pour ceux qui ne sont pas des botanistes de pro-
» fession. Il y a même un danger à les employer dans un ensei-
» gnement élémentaire. J'ai remarqué, en effet, que le débutant
» est frappé beaucoup plus par le terme technique que par la
» chose que ce terme signifie. D'ordinaire, il arrive que, malgré
» tous ses efforts, l'élève ne peut graver le mot dans sa mémoire,
» et comme il n'a guère fait attention à la chose elle-même, il ne
» lui reste rien. Parfois, il a retenu le mot, mais sans lui attribuer
» une signification bien précise.

» Le professeur doit donc s'attacher à bien faire connaître la
» chose, en la montrant et en la décrivant au moyen de mots
» usuels plutôt qu'en se servant de termes bizarres et inconnus.
» Si plus tard le disciple éprouve le besoin de se servir d'un
» mot savant, il le trouvera aisément dans les livres, car, remar-
» quons-le bien, l'ambition du maître ne doit pas être de se
» substituer aux livres.

» J.-J. Rousseau fit de la botanique en amateur zélé et clair-

» voyant, s'attachant surtout à observer les plantes les plus
» communes qu'il rencontrait dans ses promenades.

« Attiré par les riants objets qui m'entourent, disait-il, je les considère,
» je les contemple, je les compare, j'apprends enfin à les classer, et me
» voilà tout d'un coup aussi botaniste qu'a besoin de l'être celui qui ne
» veut étudier la nature que pour trouver sans cesse de nouvelles raisons
» de l'aimer... Je n'ai ni dépense à faire, ni peine à prendre pour errer
» nonchalamment d'herbe en herbe, de plante en plante, pour observer
» l'organisation végétale de manière à suivre la marche et le jeu de ces
» machines vivantes, à chercher, quelquefois avec succès, leurs lois géné-
» rales, la raison et la fin de leurs structures diverses et à me livrer aux
» charmes de l'admiration reconnaissante pour la main qui me fait jouir
» de tout cela. »

» Et bien, voulez-vous savoir ce que ce philosophe, ce bota-
» niste-amateur pensait de la nomenclature?

« On prétend que la botanique n'est qu'une science de mots qui n'exerce
» que la mémoire et n'apprend qu'à nommer des plantes! Pour moi, je ne
» connais point d'étude raisonnable qui ne soit qu'une science de mots. Et
» auquel des deux, je vous prie, accorderai-je le nom de botaniste, de celui
» qui sait cracher un nom ou une phrase à l'aspect d'une plante, sans rien
» connaître de sa structure, ou de celui qui, connaissant très bien cette
» structure, ignore néanmoins le nom très arbitraire qu'on donne à cette
» plante en tel ou en tel pays? Si nous ne donnons à nos enfants qu'une
» occupation amusante, nous manquons la meilleure moitié de notre but,
» qui est, en les amusant, d'exercer leur intelligence et de les accoutumer à
» l'attention. Avant de leur apprendre à nommer ce qu'ils voient, commen-
» çons par leur apprendre à le voir. Cette science, oubliée dans toutes les
» éducations, doit faire la plus importante partie de la leur. Je ne le redirai
» jamais assez : apprenez-leur à ne jamais se payer de mots et à croire ne
» rien savoir de ce qui n'est entré que dans leur mémoire [1]. »

» De savants botanistes, eux aussi, se sont élevés contre
» l'abus des termes techniques. Aug. de Saint-Hilaire, dans sa

---

[1] Extrait d'une lettre adressée par J.-J. Rousseau à Mme Delessert, sa cousine, lettre dans laquelle il donne à cette dame des conseils pour l'instruction de sa fille.

» *Morphologie végétale,* s'exprime ainsi à l'occasion des termes
» créés pour caractériser diverses sortes de tiges (p. 93) :

« Il serait rationnel de n'employer dans tous les cas que le mot tige et
» de distinguer par des épithètes les modifications dont cette partie est
» susceptible. Mais le langage botanique, pas plus que les langues vulgaires,
» n'a été formé d'une manière systématique; à mesure que l'on a cru un
» mot nécessaire on l'a créé, et la vanité des botanistes leur a fait croire
» beaucoup trop souvent à cette nécessité. »

» Plus loin encore, à propos des feuilles, il dit (p. 144) :

« Je crois qu'il serait peu philosophique d'admettre ces termes nouveaux,
» qui ne désignent que des modifications d'organes ou même de portions
» d'organes ; la science est bien assez embarrassée de mots inutiles, malheu-
» reusement consacrés par le temps et l'usage. »

» Linné lui-même n'a-t-il pas écrit :

« Verbositas præsente seculo calamitas scientiæ ! »

» Si j'ai cru devoir parler de l'enseignement de la Botanique
» tel qu'il existe malheureusement dans beaucoup d'écoles du
» degré primaire et du degré moyen, c'est pour expliquer
» comment il se fait que tant de personnes instruites ne possè-
» dent pas la méthode qui leur permettrait de s'occuper d'une
» science qui présente pour elles tant d'attraits [1]. M'adressant,
» dans ce cours public, à des amateurs désireux d'acquérir des

---

[1] Aristote savait que dans une graine il y a deux parties distinctes : l'une qui, en se développant, devient une plante, l'autre qui sert de nourriture à la première. Aujourd'hui, beaucoup de personnes « qui ont appris » la botanique ne le savent pas. Pourquoi ? Parce qu'à l'école on a voulu leur faire retenir qu'une graine se compose d'un *épisperme* et d'une *amande;* que l'épisperme comprend un *testa* et un *tegmen;* que dans l'amande, il y a un *endosperme* ou *albumen* et un *embryon;* que ce dernier est formé d'un ou de deux *cotylédons* avec une *radicule*, une *tigelle* et une *gemmule;* que les cotylédons, enfin, sont « les *lobes séminaux* qui protègent la tige dans la graine » ! Après cela, peut-on s'étonner qu'on se fasse généralement une idée assez vague de la graine ?

» notions exactes mises à leur portée, mon plus vif désir est de » leur venir en aide en rendant ces leçons aussi profitables que » possible. Or, je crois vous l'avoir montré, ce qui manque le » plus c'est la méthode scientifique. C'est donc cette méthode » que je tâcherai de vous enseigner, non par des discours, mais » en la mettant en œuvre ici devant vous.

» En me limitant toujours à ce que chacun peut voir, j'espère » habituer mes auditeurs à apprendre par eux-mêmes et les » mettre en état de continuer seuls une étude qui procure à » l'esprit tant de jouissances moyennant un léger effort (1). »

II. — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DE LA BOTANIQUE.

Les traités généraux publiés par les savants qui occupent les chaires universitaires les plus réputées ne reproduisent pas complètement le caractère propre de l'enseignement oral de ces maîtres. C'est qu'une différence très réelle existe entre un livre et des leçons. Le premier est fait pour être consulté : tout doit y être coordonné selon une logique rigoureuse, afin de faciliter les recherches. Les secondes, au contraire, forcément suivies dans l'ordre même de leur succession, doivent aller du connu à l'inconnu, procéder par aperçus, développements et résumés; elles doivent recourir alternativement à l'analyse et à la synthèse; elles subissent, en outre, de perpétuels remaniements résultant des progrès de nos connaissances.

C'est ce qui explique pourquoi la publication intégrale d'un cours scientifique n'est généralement pas réalisable. Il n'en est pas de même de l'impression d'un sommaire qui permet à l'étudiant de coordonner ses notes, de suivre plus aisément la marche du cours et d'en mieux saisir l'ensemble. Rédigé d'une façon

---

(1) Un « sommaire » imprimé a été distribué au début de chaque leçon. Je possède encore un certain nombre d'exemplaires de ce sommaire : je les tiens à la disposition des personnes qui désireraient le posséder.

concise et synoptique, le sommaire constitue une sorte de table des matières dans laquelle l'élève peut indiquer la pagination de son cahier de notes au fur et à mesure de l'avancement des leçons.

J'ai adopté cette méthode pour le cours que j'ai l'honneur de professer depuis une vingtaine d'années à l'Université de Liége. Le plan primitif a reçu des modifications successives que l'expérience a montrées nécessaires. Je crois être arrivé ainsi à un état à peu près définitif pour le temps présent.

Le cours de Botanique à la candidature en Sciences naturelles est annuel et comprend quatre-vingt-dix leçons environ. Il est suivi par les étudiants dès leur entrée à l'Université, au sortir des athénées et des collèges, aussi bien par ceux qui se destinent à la médecine ou à la pharmacie que par ceux qui se proposent de continuer leurs études dans l'un des Doctorats en Sciences naturelles (Zoologie, Botanique, Chimie ou Sciences minérales). On comprendra donc que le cours de candidature ne peut être spécialisé dans une seule direction et qu'il doit rester élémentaire.

Dans l'état actuel de la Science, les leçons de Botanique faites dans un établissement d'enseignement supérieur doivent, me semble-t-il, débuter par la cytologie. L'étude de la cellule, en effet, fournit l'occasion d'énoncer les caractères les plus généraux, ceux qui, seuls, sont réellement communs à tous les végétaux; elle permet d'aborder ensuite la description des plantes par celles dont l'organisation est la plus simple, pour s'élever peu à peu en passant en revue les principaux types de la série végétale : Algues et Champignons, Mousses, Fougères, Gymnospermes et Angiospermes. Ces dernières, par la diversité de leurs organes, la complication de leur structure, l'utilité d'un grand nombre de leurs espèces, méritent une étude plus approfondie faite à divers points de vue. La morphologie étant ainsi connue, la physiologie peut être traitée avec plus de facilité.

Cette méthode me paraît préférable à celle qui consiste à faire connaître tous les détails de l'organisation des plantes supérieures (Phanérogames), puis à indiquer les différences que présentent les autres plantes (Cryptogames).

Le cours de candidature comprend donc, à Liége, quatre parties portant les titres suivants : I. *Notions de cytologie;* II. *Étude des principaux types d'organisation végétale;* III. *Étude spéciale des plantes angiospermes;* IV. *Notions de physiologie.*

On l'a constaté maintes fois avec regret : c'est à l'Université seulement que la plupart des jeunes gens « apprennent à apprendre ». A ce moment critique de leur développement intellectuel, il importe que les étudiants soient soumis à une pédagogie rigoureuse. L'exemple du maître doit leur montrer comment on observe, on compare et on synthétise; comment on évite l'abus des généralités et des abstractions qui sont si contraires à l'esprit scientifique moderne. C'est pour ces raisons que dans le sommaire suivant, la plupart des chapitres débutent par la description d'un ou de plusieurs types, ou bien par un exposé analytique qui précède un exposé synthétique.

Il m'a paru également qu'on ne peut, dans un enseignement oral, séparer complètement la physiologie de la morphologie. Dès les premières leçons, la différenciation des cellules fournit l'occasion de parler de diverses fonctions telles que l'absorption, la circulation, l'élaboration des réserves alimentaires, leur dépôt, leur utilisation, etc. De même les données relatives à l'éthologie des tiges, des feuilles, des racines, des fleurs et des graines sont rapprochées des données organographiques et anatomiques concernant ces organes. Dès lors, la quatrième partie consacrée plus particulièrement à la physiologie se réduit à des notions sur les fonctions de nutrition et de relation.

Je dois signaler, enfin, une circonstance qui, dans une certaine mesure, détermine l'orientation de mes leçons. Les élèves de la candidature en Sciences naturelles prennent part, chaque semaine, à des travaux pratiques au Laboratoire de l'Institut botanique. Ils doivent trouver dans les notes prises au cours théorique des renseignements suffisamment détaillés sur les divers objets qu'ils auront à préparer et à observer au microscope : types de cellules; types d'Algues, de Champignons, de Mousses, de Fougères et de Gymnospermes; types anatomiques de tiges, feuilles, racines, fleurs, fruits, graines de végétaux

angiospermes. Ces renseignements seront, tout naturellement, à leur place dans la partie analytique du cours. L'importance accordée, au début surtout, à cette partie analytique et objective s'explique donc par l'union intime de l'enseignement théorique et de l'enseignement pratique.

Cette union est d'autant plus désirable que beaucoup d'élèves ont de la peine à établir l'équation entre la description scientifique d'un objet naturel et l'observation de cet objet, entre l'énoncé scientifique d'un fait et ce fait tel qu'il se présente à eux. Ne constate-t-on pas encore parfois à l'examen qu'un élève sait décrire une plante de mémoire, mais qu'il ne peut la reconnaitre quand on la lui présente immédiatement après?

Au programme du cours de candidature ne figurent pas l'Anatomie des Ptéridophytes, la Géographie végétale, ni la Paléobotanique : ces matières sont inscrites au programme du doctorat en Sciences botaniques en même temps que l'anatomie et la physiologie plus approfondies, l'histoire de la Botanique, etc.

Il me sera sans doute permis de saisir cette occasion pour signaler une lacune du programme du « doctorat en Sciences naturelles préparatoire à l'Enseignement moyen » : l'absence de tout cours de pédagogie scientifique. Un enseignement normal succinct devrait, selon moi, faire suite aux leçons sur l'Histoire des Sciences qui font déjà partie des cours au doctorat. Après avoir rappelé les progrès d'une Science dans le passé, le professeur devrait préciser ce qui, à l'heure présente, constitue les bases de cette science et indiquer quels sont les éléments qu'il convient de vulgariser; il devrait aussi dire comment ces éléments doivent être enseignés, quels sont les meilleurs exemples, les expériences les plus démonstratives, etc. L'enseignement supérieur exercerait ainsi une action directrice efficace sur l'enseignement moyen : il lui donnerait peu à peu l'orientation la plus convenable à la préparation des jeunes gens qui viendront plus tard demander à l'Université l'instruction nécessaire à l'exercice d'une profession libérale ou d'une carrière scientifique.

CANDIDATURE
EN
Sciences naturelles

SOMMAIRE

DU

COURS DE BOTANIQUE

PAR

A. GRAVIS
Professeur à l'Université de Liége.

INTRODUCTION

N. B. — Les pages suivantes serviront de table des matières : il suffira, pour cela, d'y indiquer la pagination du cahier de notes.

Les sujets étudiés au Laboratoire de microscopie sont désignés en caractères *italiques*.

PREMIÈRE PARTIE.

NOTIONS DE CYTOLOGIE.

Chapitre I. — Types de cellules (Exposé analytique).

Chapitre II. — Généralités (Exposé synthétique).

§ 1. Le Protoplasme :

Origine . . . .
Propriétés physiques . . . .
Propriétés chimiques . . . .
Caractères biologiques. . . . .

§ 2. Le noyau :

Origine . . . .
Propriétés physiques . . . .
Propriétés chimiques . . . .
Caractères biologiques. . . . .
- Division indirecte (caryocinèse) . . . .
- Division directe (amitosique). . . . .

§ 3. Les plastides :

Origine . . . .
Propriétés physiques . . . .
Propriétés chimiques . . . .
Caractères biologiques . . . .
- Corps chlorophylliens : forme, position, composition . . .

§ 4. Les produits solides de l'activité cellulaire :

Substances hydrocarbonées (amidon, corps gras) . . . . . .
Substances albuminoïdes (aleurone). . . . .
Substances diverses (oxalate et carbonate de chaux, etc.) . . .

§ 5. Le suc cellulaire et les substances dissoutes :

Substances minérales . . . .
Substances organiques non azotées :
- Inuline, dextrine, gomme. . . . .
- Matières sucrées, glucosides . . . .
- Acides organiques, etc. . . . .

Substances azotées :
- Ferments, peptone, amides, alcaloïdes, etc. . . . . . .

§ 6. La membrane cellulaire :

Mode de formation . . . .
Cloisons primaires et membrane secondaire . . . .
Ponctuations. . . . .
Propriétés physiques et chimiques de la cellulose. . . . . .
Modifications de la cellulose . . . .

§ 7. De l'individualité des cellules :

Cellule isolée, tissu, polyplaste, symplaste. . . . .

§ 8. Les cellules végétales comparées aux cellules animales . . . .

DEUXIÈME PARTIE.

ÉTUDE DES PRINCIPAUX TYPES D'ORGANISATION VÉGÉTALE.

TROISIÈME PARTIE.

ÉTUDE SPÉCIALE DES PLANTES ANGIOSPERMES.

Chapitre I. — Histologie.

Définition, genèse et nomenclature des tissus. . . . .

I. TISSUS GÉNÉRATEURS . . . .

Méristème et cambium . . . .

II. TISSUS PERMANENTS . . . .

§ 1. **Système épidermique** . . . .

Épiderme : genèse (dermatogène) . . . .

Adaptations
- Ép. modérateur . . . .
- Ép. aquifère . . . .
- Ép. élaborateur . . . .
- Ép. secréteur. . . . .
- Ép. soutien . . . .
- Coiffe des racines . . . .

Annexes de l'épiderme
- stomates. . . . . . .
- poils . . . .

§ 2. **Système des faisceaux** . . . .

Bois. — Composition : trachées, trachéides, vaisseaux (*Bryone*). .

Adaptations dans
- les lianes . . . .
- les plantes xérophiles . . . . .
- les plantes aquatiques (*Nuphar*) . .
- les arbres (*Peuplier*) . . . .
- certains tubercules . . . .

Liber. — Composition : Cellules grillagées, cellules annexes (*Bryone*).

Adaptations dans
- les plantes herbacées. . . . . .
- les arbres . . . .
- certains tubercules . . . .

Genèse des faisceaux (procambium) . . . .

Différenciation primaire des faisceaux
- unipolaires . . .
- multipolaires . . .

Position du cambium et formation des tissus second. (*Bryone*).

Parcours des faisceaux : foliaires, gemmaires, anastomotiques . .

§ 3. **Système fondamental** . . . .

Genèse : tissu fond. prim. et tissu fond. second. . . . . .

Adaptations
- parenchyme . . . .
- sclérenchyme et collenchyme (*Bryone*) . .
- endoderme . . . .
- suber . . . .

Chapitre III. — Organes de reproduction.

(Sporaison et génération.)

Chapitre IV. — Systématique.

§ 1. Analyse des principales familles et des genres les plus intéressants.

(Voir les *Exercices de Botanique systématique et d'Éthologie.*)

§ 2. Généralités.

Phytographie . . . .

Description et dénomination des plantes . . . .

Taxonomie . . . .

Classification des plantes . . . .

Embranchements, classes, familles, genres . . . . . .

Espèces Linnéennes et espèces Jordaniennes . . . . .

Individus, variétés, races. . . . .

Sélection artificielle . . . .

Atavisme . . . .

Hybrides et métis . . . .

Loi de Mendel . . . .

Principe fondamental de la taxomie . . . .

Classifications artificielles . . . .

Classification naturelle . . . .

Méthode dichotomique de Lamarck. . . . .

État actuel de la classification. . . . .

De la classification au point de vue philosophique. . . . . .

Doctrine de la fixité des espèces. . . . .

Doctrine du transformisme . . . .

Variabilité (fluctuations et mutations) . . . . . .

Sélection naturelle . . . .

Hérédité . . . .

Arbre généalogique du règne végétal . . . .

QUATRIEME PARTIE.

NOTIONS DE PHYSIOLOGIE.

Chapitre I. — Fonctions de nutrition.

A. — PLANTES AUTOTROPHES.

B. — PLANTES ALLOTROPHES.

Chapitre II. — Fonctions de relation.

Liége, octobre 1907.

CONTRIBUTION

A L'ÉTUDE DU RHIZOMORPHE

DE

L'ARMILLARIA MELLEA VAHL.

PAR

M. Jules GOFFART

PROFESSEUR A L'ATHÉNÉE ROYAL DE HUY.

Contribution à l'étude du rhizomorphe

DE

L'ARMILLARIA MELLEA Vahl.

PAR

M. Jules GOFFART



Je regrette vivement de ne pouvoir reproduire ici l'intéressant mémoire publié sous ce titre par M. Jules Goffart, un de mes anciens élèves, actuellement professeur à l'Athénée royal de Huy. En réimprimant le rapport que j'ai été appelé à présenter sur ce travail à l'Académie royale de Belgique, j'espère pouvoir donner aux lecteurs des *Archives* un aperçu des recherches exécutées sur le curieux rhizomorphe de Longchamps et sur les résultats obtenus par ces recherches. A. G.

Rapport de M. A. Gravis, premier commissaire.

« L'appareil végétatif de certains champignons se présente » sous l'aspect de longues racines et mérite le qualificatif de » rhizomorphe qui lui a été donné. Le mycélium de l'*Armillaria mellea* Vahl. est un rhizomorphe vivant normalement » sous l'écorce des arbres malades; il émet des prolongements » souterrains qui vont, à plusieurs mètres de distance, envahir » d'autres arbres encore sains. Au parc de Longchamps-sur- » Geer, dans le magnifique domaine du très regretté baron » Michel-Edmond de Selys Longchamps, on fit, en 1900, la

» découverte d'un énorme rhizomorphe d'*Armillaria* qui s'était
» accidentellement développé dans l'eau courante d'un ruisseau.
» Grâce aux conditions spéciales de ce milieu, on put se procu-
» rer des matériaux très favorables aux recherches anatomiques,
» notamment de nombreux sommets végétatifs si difficiles à
» récolter dans les circonstances ordinaires.

» L'étude de ces objets fut confiée à M. Jules Goffart, pro-
» fesseur à l'École moyenne de Leuze. Ce jeune botaniste a su,
» par un examen méthodique et approfondi des matériaux qui
» lui ont été remis et par celui d'autres qu'il a récoltés lui-
» même, apporter une contribution nouvelle à nos connais-
» sances dans un sujet étudié déjà par plusieurs bons observa-
» teurs et par de savants mycologues tels que de Bary et
» Brefeld. Son attention s'est portée principalement sur le
» développement des cordons rhizomorphes et sur les modifi-
» cations que leur structure subit avec l'âge.

» Dans le sommet végétatif, de bonnes préparations du
» méristème ont permis une discussion de la difficile question
» de l'origine de la coiffe, du cortex et de la médulle.

» Dans la région jeune, les éléments se différencient : la
» médulle notamment comprend alors des hyphes primaires et
» des hyphes secondaires de plusieurs sortes. De singulières
» productions superficielles apparaissent et prennent, sur les
» rhizomorphes aquatiques, un accroissement beaucoup plus
» marqué que sur les rhizomorphes végétant dans les conditions
» habituelles.

» Dans la région adulte enfin, la structure n'est nullement
» définitive, comme on était porté à l'admettre jusqu'ici; elle
» subit au contraire d'incessantes modifications. Un cortex
» secondaire se substitue peu à peu au cortex primitif fissuré et
» décortiqué. Le massif central subissant un accroissement
» diamétral continu, ses éléments périphériques entrent succes-
» sivement dans la composition du cortex pour remplacer les
» couches superficielles exfoliées. Les hyphes qui constituent la
» médulle proprement dite sont de diverses catégories : l'auteur
» les décrit successivement et indique leur origine. Outre les

» hyphes végétatives, il a reconnu l'existence d'hyphes de
» réserve, les unes étroites à lumen oblitéré, les autres larges
» avec ou sans tubérosités échinuleuses.

» Les rhizomophes aquatiques renferment également,
» quoique en petit nombre, les hyphes vasculaires analogues à
» celles qui ont fourni à notre savant collègue, M. le professeur
» Van Bambeke, l'occasion d'observations si délicates et si
» intéressantes.

» Dans les conclusions et le résumé qui terminent son travail,
» l'auteur énonce très succinctement et d'une façon précise les
» résultats obtenus par ses recherches sur l'histogenèse et
» l'organisation des rhimozorphes aquatiques comparés aux
» rhizomorphes vivant sous terre ou sous l'écorce des arbres.
» En plusieurs points, il complète ou rectifie les vues émises
» par ses devanciers. En suivant pas à pas le développement et
» les transformations de l'organisation des rhizomorphes de
» l'*Armillaria*, il a réussi à expliquer les différences d'aspect
» que ces rhizomorphes peuvent présenter dans le temps, sujet
» incomplètement élucidé jusqu'ici.

» Le manuscrit soumis à l'appréciation de l'Académie est
» accompagné d'une vingtaine de figures parfaitement exécutées:
» les unes indiquent l'aspect d'ensemble des coupes pratiquées
» dans des rhizomorphes de divers âges; les autres fournissent
» des détails sur la structure des diverses catégories
» d'hyphes.

» Je propose à la Classe des sciences d'adresser à M. J. Goffart des félicitations pour son travail et de décider que celui-
» ci sera publié, avec les figures, dans le recueil des *Mémoires*
» in-4°. »

Le second commissaire s'étant rallié aux conclusions du rapport ci-dessus, la Classe des Sciences a décidé l'impression du mémoire de M. J. Goffart dans le tome LXII des *Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers*, publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1903, in-4°.